平成 23 年度　経済産業省委託

石油精製業保安対策事業
（海外における技術基準に関する調査（新たな冷媒に関する海外の法規制の調査））
報告書

平成 24 年 2 月

高圧ガス保安協会

目　次

1　目的

我が国の石油精製業等のグローバル化が進展する中、製造品目や製造技術等についても先進技術への対応が求められている。これら新たな製造品目や製造技術に対応するため、現状の保安レベルを確保しつつ、諸外国の基準の考え方等を高圧ガス保安法にも取り入れていくことは、我が国の石油精製業等の保安レベルを維持した状態での生産性向上等につながり石油の安定供給につながる。

しかしながら、現状の保安レベルを確保しつつ諸外国の基準を取り入れるためには、諸外国の法規制の内容、技術基準の前提となる考え方が我が国の石油精製業の置かれた環境に合致しているか等詳細な分析を行うことが不可欠である。

以上を踏まえ、本事業においては、米国、欧州の高圧ガス設備等に係る法制度、これら設備等に係る技術基準、その策定の背景、根拠データ等の実態について調査を行った。

本調査（新たな冷媒に関する海外の法規制の調査）では、地球温暖化係数（GWP）の低い冷媒ガスとして、自動車用エアコンの分野において今後欧州等で導入が進む可能性が高い HFO-1234yf（2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペン）について、欧州連合及び米国での規制状況やその考え方について調査を行い、高圧ガス保安法において可燃性ガスに分類される同ガスについて、欧米の規制（技術基準等）を我が国に取り込む場合の課題等について整理を行った。

（GWP とは、大気中に放出された単位重量の当該物質が地球温暖化に与える効果を、二酸化炭素の場合を 1 として、相対値で表した係数）

2　新たな冷媒ガス（HFO-1234yf）の導入について

本調査において、HFO-1234yf の自動車用エアコンへの導入に係る欧州及び米国におけるその背景、規制状況等は次のとおりである。

2.1　欧州の状況

2006 年 MAC F-gas Directive（自動車用エアコン冷媒に関する欧州指令　DIRECTIVE 2006/40/EC）により、カーエアコン（対象　乗員 9 名以下の乗用車及び小型商用車）用冷媒について、GWP>150 の冷媒の使用を次のように段階的に禁止(現行冷媒の R-134a の GWP は 1 430)している。

a)　新型車について、2011 年 1 月 1 日から使用禁止

b)　全ての新車について、2017 年 1 月 1 日から使用禁止

DIRECTIVE 2006/40/EC　抜粋（原文）

> *Article 6*
> **Retrofitting and refilling**
> 1. With effect from 1 January 2011, air-conditioning systems designed to contain fluorinated greenhouse gases with a global warming potential higher than 150 shall not be retrofitted to vehicles type-approved from that date. With effect from 1 January 2017, such air-conditioning systems shall not be retrofitted to any vehicles.
> 2. Air-conditioning systems fitted to vehicles type-approved on or after 1 January 2011 shall not be filled with fluorinated greenhouse gases with a global warming potential higher than 150. With effect from 1 January 2017 air conditioning systems in all vehicles shall not be filled with fluorinated greenhouse gases with a global warming potential higher than 150, with the exception of refilling of air-conditioning systems containing those gases, which have been fitted to vehicles before that date.
> 3. Service providers offering service and repair for airconditioning systems shall not fill such equipment with fluorinated greenhouse gases if an abnormal amount of the refrigerant has leaked from the system, until the necessary repair has been completed.

また、GWP>150 の冷媒を使用する場合であっても、許容できる漏れ量が規定されており、次のように段階的に制限している。

a)　新型車について、漏れ量の規定ができて 12 ヶ月後、または 2007 年 1 月 1 日のいずれか遅い日からシングル蒸発システム 40g/yr、デュアル蒸発システム 60g/yr 以下の義務

b)　全ての新車について、2017 年 1 月 1 日から漏れ量の規定ができて 24 ヶ月後、または 2008 年 1 月 1 日のいずれか遅い日からシングル蒸発システム 40g/yr、デュアル蒸発システム 60g/yr 以下の義務 (試験法は、2007 年 6 月 21 日に成立したので、新型車 2008 年 6 月 21 日～、全ての新車 2009 年 6 月 21 日～ で適用)

2.1.1　欧州での導入状況

欧州での HFO-1234yf の導入状況の詳細は不明であるが、ドイツでは、メルセデスベンツではじめて導入される見込みで、市場投入時期は 2012 年 3 月と見られている。

なお、日本メーカの欧州向け新型車に関しては、2011 年 3 月に発生した東日本大震災の影響もあり、導入時期が大きく遅れるとの情報もある。

欧州での今後の HFO-1234yf の使用車両の推移について、冷媒回収リサイクルメーカでの予測では、2017 年で 50%、2025 年で 90%となっている。

2.2　米国の状況

2.2.1　HFO-1234yf使用の認可

Clean Air Act（大気浄化法）に基づくEPA（Environmental Protection Agency　米国環境保護局）のSNAP（Significant New Alterative Policy　重要新規代替品政策）プログラムの改訂（2011年5月31日発効）により、EU（European Union）の様な法律による強制使用の規定ではないが、次の条件等により、HFO-1234yfの使用が認められたところである。

a)　適用対象

乗用車及び小型トラックの機器（既存の機器、改造した機器、大型トラック等の機器は使用不可）

b)　使用条件

1)　設計要件等

SAE J639-2011[1)]への適合

※この中で、認証機器の使用、サービス技術者に関するトレーニング・認証の義務付け、サービス缶の使用禁止等が規定されている。

注[1)]　SAE（Society of Automotive Engineers　米国自動車技術者協会）
J639　Safety Standards for Motor Vehicle Refrigerant Vapor Compressions Systems

2)　故障モード影響解析

メーカーは、FMEA（Failure Mode and Effect Analysis）を、SAE J1739-2009[2)]により実施しなければならない。

注[2)]　J1739　Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA)

2.2.2　温室効果ガス規制におけるクレジット制度

Clean Air Act に基づく温室効果ガス規制（GHG 規制）において、自動車用エアコンに関し、冷媒洩れ量が少ない場合、低 GWP 冷媒へ切り替える場合、又は省動力化技術を採用する場合（作動時の CO_2 排出量が少ないエアコン）にはクレジットが付与される。

クレジット制度は、同一自動車メーカにおける異なるモデル間での取引き及び他の事業者間との取引も可能となっている。

2.2.3　米国での導入状況

米国での HFO-1234yf の導入状況の詳細は不明であるが、ゼネラルモーターズ社（GM社）がはじめて採用する見込みで、市場投入する準備を進めている。

2.3　日本国内の状況

産業構造審議会 化学・バイオ部会 地球温暖化防止対策小委員会において、「代替フロン等 3 ガスの排出抑制の課題と対策の方向性（中間論点整理）」が 2011 年 2 月 17 日にとりまとめられている。

この論点整理では、「今後の代替フロン等 3 ガスの最大の排出分野である冷凍空調分野からの排出を抑制するために、使用時排出の抑制、廃棄時の冷媒回収促進及び冷媒代替の促進について可能な対策を総動員すること」とされているが、欧米で見られる特定冷媒の

使用禁止や、低 GWP 値の冷媒を使用した場合のインセンティブの付与等の法制化の方向性は示されていない。

冷媒代替の促進については、総論として、有力な代替物質候補があるものの代替には性能、経済性、安全性等の面で克服すべき課題があり、今後、産業界と国等の連携により課題を克服しつつ、可能な対策を早急に実施することとされ、カーエアコン分野における具体的な対策の方向性について、自動車メーカと国、研究機関、機器メーカ等が連携し、2014年を目途として代替促進にあたっての諸課題の解決に取り組んだ上で代替促進を目指すことが述べられている。

なお、2011 年度から、有力な代替物質候補である HFO-1234yf の可燃性に関するリスク評価等を「高効率ノンフロン型空調機器技術の開発（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 委託事業）」において開始している。

以上のように、カーエアコン分野における代替促進にあたっての諸課題の解決に関係者が取り組んでいるが、最大の課題が高圧ガス保安法における規制の合理化とされている。

3　HFO-1234yf について

3.1　基本情報（主要事項）

詳細は、HFO-1234yf の製造メーカである Honeywell 社及び DuPont 社の MSDS を参照のこと。

a)　組成及び成分情報

1)　化学名　　2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペン
2)　化学式　　$CF_3CF{=}CH_2$
3)　分子量　　114
4)　CAS No.　754-12-1
5)　国連番号　UN3161

b)　物理的及び化学的性質

1)　外観　　　無色透明な液化ガス
2)　沸点　　　-29.4℃
3)　引火点　　データなし
4)　爆発特性　爆発限界　上限 12.3vol%　下限 6.2vol%
　　21℃における ASTM E681[1)]の試験法による。

注[1)]　ASTM（American Society for Testing and Materials　米国材料試験協会）
E681　Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals（Vapors and Gases）

5)　蒸気圧　　0.88MPa　@35・C　（0.79MPaG @35℃）
　　1.22MPa　@48・C　（1.12MPaG @48℃）
6)　蒸気密度比　4.0　（空気=1）
7)　発火点　　405℃

c)　危険有害性・許容濃度等

1)　許容濃度
・日本産業衛生学会（2010）　記載無し

・ACGIH[2)](TLV-TWA)（2011）　記載無し

・AIHA[3)](WEEL-TWA[4)])（2010）　500ppm

注[2)]　ACGIH（American Conference of Industrial Hygienists）

注[3)]　AIHA（American Industrial Hygiene Association）

ACGIH と AIHA のどちらか一方の団体が物質の許容濃度を調査するともう一方の団体は調査を行わないとの情報あり

注[4)]　WEEL-TWA（Workplace Environmental Exposure Limit　8 時間労働時間加重平均値）

2)　その他

・高圧ガス保安法　可燃性ガス[5)]

・GHS 分類　区分 1[6)]　（極めて可燃性/引火性の高いガス）

・国連分類　クラス 2.1[7)]　（高圧ガス、引火性）

・ASHRAE　A2L[8)]　（微燃性）

注[5)]　一般高圧ガス保安規則第 2 条第 1 項第 1 号 等による。

注[6)]　GHS（The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals）

区分 1 の判定基準は次のとおり。

標準気圧101.3kPa で20℃において以下の性状を有するガス；

(a) 濃度が13%（容積分率）以下の空気との混合気が可燃性/引火性であるもの、または

(b) 爆発（燃焼）下限界に関係なく空気との混合気の爆発範囲（燃焼範囲）が12%以上のもの。

注[7)]　国連危険物輸送に関する勧告での区分 2.1 の判定基準は次のとおり。

20℃において標準気圧 101.3 kPaの下で次の性状を有するガス：

(ⅰ) 濃度が13%(容積)以下の空気との混合物で発火性を有するもの；又は

(ⅱ) 引火下限界に関係なく引火範囲（空気）が12%以上のもの。引火性はISOで採択された方法(ISO 10156:1996 参照）に基づき計算又は試験により決定しなければならない。これらの方法を用いるのに十分な資料がない場合は、当該国の所管官庁が同等の方法であると認める試験法を用いることができる。

注[8)]　ASHRAE（American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers　米国暖房冷凍空調学会）

A2L の判定基準は、ANSI/ASHRAE Standard 34 Designation and Safety Classification of Refrigerants に次のように規定

101.3kPa、23℃の条件下で最大燃焼速度が10cm/s以下

3.2　HFO-1234yf と R-134a の物性比較等

主な物性の比較は、表 1 のとおり。

表 1-物性比較 [1]

	HFO-1234yf	R-134a
分子量	114	102
液密度（kg/ℓ　25℃）	1.094	1.206
沸点（℃）	-29	-26

	HFO-1234yf	R-134a
臨界温度（℃）	95	102
蒸気圧（MPa　25℃） 　　　（MPa　80℃）	0.677 2.44	0.665 2.63
GWP	4	1 430

<参考文献>

[1]　カーエアコン用低 GWP 冷媒　HFO-1234yf　ハネウェルジャパン株式会社 スペシャルティマテリアルズ フッ素化学品事業部　2008

[2]　DuPont 社の MSDS

3.3　危険性の評価について

3.3.1　可燃性

3.1 に示したとおり、HFO-1234yf は可燃性として区分されていることは世界的に一致している。2010 年の ANSI/ASHRAE Standard 34 の改正により微燃性（A2L）に区分されることになったが、微燃性に区分されたことによる海外の高圧ガス関連の規制の見直し（緩和）は現在のところ確認できていない。従って、使用や輸送等の取扱いに関しては、可燃性ガスとしての規制に従って行われているのが現状である。

なお、米国にあっては、先行して微燃性（A2L）の区分を決めたこともあり、当該区分に応じた規制・基準の枠組みについての検討がはじまっているようであるが、将来的な動向（緩和の方向に向かうのか否かなど）は現時点では不明である。

3.3.2　毒性

高圧ガス保安法においては、毒性ガスは一般高圧ガス保安規則第 2 条第 1 項第 2 号によりじょ限量が 200ppm 以下のものと定義されている。じょ限量は、運用上 ACGIH の勧告する許容濃度（TLV-TWA）等によることとしており、ACGIH と同様の基準で許容濃度を設定している AIHA による WEEL 値では 500ppm とされていることから、毒性ガスの区分には該当しない（ACGIH では許容濃度の勧告値の記載なし）。また、海外においても HFO-1234yf は毒性ガスとしては区分されていない。

ただし、HFO-1234yf は燃焼、高温表面接触時に分解し、フッ化水素（ACGIH TLV-TWA0.5ppm）が生成される。漏洩制御された状態でのテストのいずれにおいても、フッ化水素の濃度は、10 分間の暴露量 95ppm（米国学術研究会議、米国科学アカデミーによる AELG Acute Exposure Guideline Level-2　不可逆的な健康被害を与えるレベル）を超えることが確認されている。

3.3.3　その他

Honeywell 社の MSDS によると、オゾン破壊係数は 0（CFC-11 の値を 1 とする。）、地球温暖化係数（GWP）は 4（CO_2 の値を 1 とする。）であり、他の冷媒ガスと比較しても環境への影響は非常に小さいガスであると考えられる。

3.4　生産動向

昨年までは生産量は需要に比べて非常に少ないようであったが、Honeywell 社と DuPont 社が合併事業により中国に生産工場を建設中である。（2012 年度中に完成予定）

4　海外における規制

4.1　現地調査等

米国及び欧州（ドイツ）について、カーエアコン用冷媒としての HFO-1234yf の導入状況、規制状況等について調査を実施した。なお、米国の調査については高圧ガス保安協会（KHK）が、欧州の調査については外注先であるマーシュブローカージャパン株式会社（Marsh 社）が行った。

4.1.1　米国

a)　調査の概要及び方法

米国における HFO-1234yf に係る規制の検討状況やその考え方（ガスの危険性区分等）、具体的な技術基準（保安距離等）等について文献等により調査を行うとともに、文献調査では十分な確認ができない事項等については、経済産業省保安課との協議を踏まえ、米国の環境・安全規制担当部局、自動車メーカ等を訪問し調査を行った。

b)　現地調査

文献等による調査の裏付け及びより詳細な確認を行うために現地調査を行った。現地調査は、主要な自動車メーカがあるミシガン州にて行った。訪問先は以下の通り。

・ゼネラルモーターズ社（GM 社）　テクニカルセンター（ウォーレン）
　［米国における代表的な自動車メーカ］
・SAE International　（米国自動車技術者協会）（トロイ）
　［自動車製造に係る技術基準を含む規格作成団体］
・ミシガン州 DEQ（Department of Environmental Quality）（ランシング）
　［ミシガン州の環境品質局］
・ミシガン州 MIOSHA（Occupational Safety & Health Administration）（ランシング）
　［ミシガン州の労働安全衛生局］

c)　調査結果の概要

カーエアコンの分野において、高圧ガス保安法の規制の対象となる主要な 3 項目（カーエアコン用の冷媒充填ライン、冷媒ガス回収装置、冷媒ガス補充用のサービス缶による充填）について、それぞれ 1)～4)に示す調査結果が得られた。（技術基準の詳細については、日ー米の比較の形で「5　カーエアコン用冷媒ガスの充填等に関する日本と欧米の規制比較」に示す。）

また、これらに用いられる HFO-1234yf は、以下のとおり、可燃性ガスに区分される。

1)　カーエアコン用の冷媒充填ラインについて

高圧ガス製造施設の設置に関しては、Hazard Communication Standard（HCS）が適用される。HCS では従業員に対して取り扱い物質の危険性を周知することを要求している。なお、HCS では高圧ガス保安法のように許可等の手続きを必要とはしていないが、各事業者の HCS の遵守状況のチェックを MIOSHA が行うこととなっており、立入検査が適宜実施されている。

併せて、可燃性ガス（周囲の温度と圧力において爆発限界の下限が 13%以下又は周囲の温度に関わらず爆発限界の上限と下限の差が 12%を超える空気との可燃性混合物を形成するガス。）及び可燃性液体（37.8℃以下の引火点を有する液体（ただし、

37.8℃より高い引火点を有する液体を除き、引火点 37.8℃以下の液体が混合物の総体積の 99%以上を占めるもの)。)を 10 000 lbs(約 4 535.9kg)以上を保有している事業者については、Process Safety Management （PSM）も適用される。PSM は保安に関するマネジメントシステムの構築と運用といった広範囲にわたる基準遵守を要求している。

HCS や PSM には、それぞれの基準を遵守するために NFPA（National Fire Protection Association 米国防火協会）規格を引用しているわけではないが、一般に、OSHA は立入検査に際しては、広く使われている業界基準である NFPA 規格に準拠していれば基本的に認めているようである。このことから、自動車メーカでも冷媒充填ラインを製造するにあたっては NFPA 規格を適用している。上記 3.3.1 でも述べたように、現時点では A2L（微燃性）の区分にあたる HFO-1234yf を充填する場合に、通常の A2（可燃性）と比較して基準が緩和されていないため、訪問した GM 社では NFPA の可燃性ガス基準に従い、冷媒ガスの充填ラインを製造しているようである。例えば、貯槽の設置場所については、建屋から 50feet（約 15.2m）の距離を、火気（火気 or 火気を取り扱う施設）から 24inch（約 60cm）の距離を確保するなどしている。

GM 社は、HFO-1234yf の危険性からすると NFPA の可燃性ガス基準を適用することはオーバースペックであると考えており、将来的には HFO-1234yf の危険性に見合った基準に従って冷媒ガス充填ラインを製造したい意向のようであるが、法的な位置付けも含めた基準作成にはかなりの時間を要するものと思われる。

ちなみに、クレジット制度は、自動車の CO_2 の総排出量に対する規制であり、ある一定量の CO_2 総排出量を超える車両については製造することができない。低温暖化係数の冷媒を使用する場合は、CO_2 総排出量のクレジットに換算できる制度であるため、CO_2 の総排出量の超過分を相殺できる。また、規制値に対して多くのクレジットを取得できた場合は、他の燃費の悪いモデルへの排出権の移行や排出権そのものを取引することも可能となっている。

従って、自動車メーカは燃費に対する規制をクリアするために、以下のアプローチを取ることができる。1 つは、可能な限り低燃費の車両を製造すること。もう 1 つは、低温暖化係数の冷媒を採用してクレジットにより規制をクリアすることである。

2) 冷媒ガス回収装置について

冷媒ガスの回収については EPA が所掌しており、SNAP により EPA の認証を受けた装置が回収装置として使用可能になる。また、従業員に対して取り扱い物質の危険性を周知することを要求している HCS は、冷媒ガス充てんラインに係る場合と同様に回収装置に係る場合も適用される。

なお、現在主に使用されている冷媒ガス HFC-134a は可燃性ガスではないため、電気設備等については防爆仕様でないものが使用されてきたが、可燃性ガスである HFO-1234yf を取り扱うにあたっては、全てのコンポーネントはノンインセンディヴ防爆機器を採用することとなっている。

また、EPA は冷媒ガスを取り扱う作業者に対して、自動車用エアコンシステムの維持管理に係る訓練を受け、認定を受けることを義務づけており、一般ユーザーが自由に取り扱えないようにしている。

3)　冷媒ガス補充用のサービス缶について

HFC-134a のサービス缶は市場で販売されており、自由に使用できるとともに、特に規制の対象とはなっていないが、可燃性ガスである HFO-1234yf のサービス缶の規制の取扱いについては、事業としてこれを使用して充填する場合は、上述の HCS の適用を受ける。

なお、一般消費者の使用については、実質的に認められていない。SNAP では 20 lbs（約 9kg）未満のサービス缶を販売してはならないとしている。一般消費者が HFO-1234yf を補充できるようになると、誤った取扱いによる HFO-1234yf（低 GWP 冷媒ではあるが温室効果ガスである。）の大気放出等が懸念されることから使用を禁止したようである。ただし、サービス缶メーカなどが使用者をある一定の資格者に限定することで 20 lbs 未満のサービス缶を使用できるように働きかけているとの情報もある。

4)　その他

i)　自動車製造に関連する規格として、SAE 規格がある。SAE 規格は、業界の委員がドラフトを作成し、Committee 及びその上位の Council の承認を経て基準化されるものであるが、主に関連業界や政府からの要望をもとに基準は作成される。例えば、冷媒ガス回収システムに関する基準としては SAE J2843、冷媒ガスを取り扱う作業者については SAE J2845 などがあるが、これらを総称して Surface Vehicle Standard と呼んでいる。上記のとおり、HFO-1234yf の使用に関しては、SAE 規格に準拠することが条件であることが SNAP において規定されている。

ii)　DEQ では、主に環境保護の観点（大気への排出、排水など）に基づく規制を管轄しており、これには取扱い物質量などによる施設の配置の基準などが含まれる。貯槽に関する規制対象となるガスは、引火点（Flash Point）が 200F（約 93℃）未満の物質であり、HFO-1234yf は規制の対象とはならないが、1 100Gal 以上を貯蔵する場合は規制の対象となる。

iii)　個々の技術基準に関して、その根拠となるデータ等については確認できなかった。

4.1.2　欧州（ドイツ）

a)　調査の概要及び方法

欧州における HFO-1234yf に係る規制の検討状況やその考え方（ガスの危険性区分等）、具体的な技術基準（保安距離等）等について調査を行った。複数の国に自動車メーカが存在するが、その中でも主要な自動車メーカが多いドイツを選択している。

b)　訪問先

ドイツの調査については現地にスタッフを持つ Marsh 社に依頼したため、KHK による現地調査は行っていない。

Marsh 社による調査は、文献等によるともに、以下の団体等に訪問し実施している。

・VDA（Verband der Automobilindustrie　ドイツ自動車工業会）

　Web site) http://www.vda.de

・ZDK（Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe　ドイツ自動車中央連合会）
Web site) http://www.kfzgewerbe.de
・BGHM（Berufsgenossenschaft Holz und Metall　ドイツ雇用者責任保険協会）
Web site) http://www.bghm.de/
・WOW Würth Online World GmbH：冷媒回収リサイクル設備メーカ
Web site) http://www.wow-portal.com
・ixetic GmbH：自動車用エアーコンディショニングシステム製造メーカ
Web site) http://www.ixetic.com/de

c)　調査結果の概要

カーエアコンの分野において、高圧ガス保安法の規制の対象となる主要な 3 項目（カーエアコン用の冷媒充填ライン、冷媒ガス回収装置、冷媒ガス補充用のサービス缶による充填）について、それぞれ 1)～4)に示す調査結果が得られた。（技術基準の詳細については、日－独の比較の形で「5　カーエアコン用冷媒ガスの充填等に関する日本と欧米の規制比較」に示す。）

これらに用いられる HFO-1234yf は、以下のとおり、可燃性ガスに区分される。

・GHS を導入する EU の新しい分類、表示と包装に関する指令　Directive 1272/2008（2008 年 12 月公布）による分類：可燃性ガス（区分 1）
・危険物質に関する指令　67/548/EWG による分類：F＋Extremely Flammable

なお、ドイツでは、排出された時に水質を悪化させる恐れのある化学物質及び混合物を水質危険物質と定義し、その危害の程度に応じて WGK-1～3 に分類して規制が行われているが HFO-1234yf は、WGK-1 に分類されている。

WGK-1：水質への影響小さい
2：水質への影響あり
3：水質へ大きな影響あり

1)　カーエアコン用の冷媒充填ラインについて

設置に関しては、Arbeitsschutzgesetz（労働安全法）、BetrSichV（産業安全衛生規則）に基づき、使用者がハザード（危険）評価を実施した上で危険度分類を行い、点検項目・点検頻度を特定するとともに、使用開始前の点検を公認機関（Notified Body[1)]）立会のうえ実施しなければならない。このほか、充填量が 10kg/hr を超える設備を導入する際には、安全衛生機関（州により名称が異なる。）による許認可が必要となる。

注 [1)]　EU 加盟国が認定し、EU 委員会に通知された民間企業又は協会団体。ドイツでは、ZLS（連邦共和国製品安全局）が定めた評価項目に適合することで認定される。代表的な公認機関は、次のとおり

・TÜV
・DEKRA
・GTU
・SGS

この際の設置基準等については、BetrSichV 及び TR（Technische Regeln　DGA（ドイツ圧縮ガス委員会）が制定する技術基準であって、BetrSichV の要求事項の詳細

を示す技術基準の細目：BetrSichV 中では Rules とされ、直接的に TRG を引用していないが、Rules=TRG を意味しているとのこと。）に定められている。（HFO-1234yf の充填設備の設計、設置及び運用に関する EN（European Norm）規格は現在のところ制定されていないようである。）

具体的には、以下のような技術基準（TRG）に準拠することとなっている。

・TRG 250 Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter Ausrüstung der Druckgasbehälter（圧縮ガスを取り扱う設備の製造に関する一般要求事項）

・TRG 280 Allgemeine Anforderungen an Druckgas-behälter Betreiben von Druckgasbehältern（圧縮ガスを取り扱う設備の運用に関する一般要求事項）

・TRG 310 Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter Flaschen aus Stahl（鋼製ガスシリンダーの設計に関する一般要求事項）

・TRG 401 Füllanlagen - Errichten von Füllanlagen（充填設備の設計、設置に関する一般要求事項）

・TRG 402 Füllanlagen - Betreiben von Füllanlagen（充填設備の運用に関する一般要求事項）

いわゆる保安距離等の離隔距離については、法的要求事項としては明確にはされていないが、上記の TRG では屋外貯蔵設備と公道等との離隔距離や充填エリアに関する火気制限等に関する規定が示されている。

使用者が行うハザード評価の際には、以下のガイドラインが活用されている。

・FAT[2)] Nr.136 Anwendung brennbarer Kältemittel in Autoklimaanlagen

注[2)] ドイツ自動車工業会がスポンサーとなって設立された自動車工業技術に関する調査機関

これらガイドラインでは、貯蔵設備の構造、換気対策、着火対策、消火設備等に関しての要求事項が規定されている。

また、電気設備の防爆に関しては、EU での規定により、防爆機器指令（ATEX Directive 94/9/EG）によって、爆発性雰囲気での使用を意図した電気機器等を対象として防爆性能を要求している。

この他、DGUV（ドイツ法的損害保険）及び Honeywell 社が発行するガイドラインも活用されている。

なお、設置後の定期点検は、BetrSichV に基づき、使用者自らが実施することとなるが、HFO-1234yf の場合、設備の外部点検は最低でも 2 年に 1 回、内部点検は 5 年に 1 回、強度試験（耐圧試験）は最低でも 10 年に 1 回実施することとされているが、点検頻度は、事業者のハザード評価の結果に応じ、必要に応じて短縮されることとなる。

2) 冷媒ガス回収装置について

設置に関しては、カーエアコン用の冷媒充填ラインの場合と同様に、BetrSichV、TR 及び職業安全衛生法に基づく災害防止規定の技術細目である BGR 157（自動車メンテナンス基準）に準拠することとなっている。（HFO-1234yf の回収リサイクル設備の設計、設置及び運用に関する EN 規格は現在のところ制定されていないようである。）

具体的には、以下のような技術基準に準拠することとなっている。

・TRG 250 Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter Ausrüstung der Druckgasbehälter（圧縮ガスを取り扱う設備の製造に関する一般要求事項）
・TRG 280 Allgemeine Anforderungen an Druckgas-behälter Betreiben von Druckgasbehältern（圧縮ガスを取り扱う設備の運用に関する一般要求事項）
・TRG 310 Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter Flaschen aus Stahl（鋼製ガスシリンダーの設計に関する一般要求事項）
・BGR 157 Automotive Maintenance – Employer’s Liability Insurance Assciation Rule

なお、カーエアコン用の冷媒充填ラインの設置時と同様にハザード評価及び公認機関の立会による使用開始前の点検が必要となる。このほか、充填量が 10kg/hr を超える設備を導入する際には、安全衛生機関による許認可が必要となる。

3) 冷媒ガス補充用のサービス缶について

サービス缶の使用に関しては、法規等で規制される技術基準はなく、サービス缶の製造者による取扱説明書の記載事項に準拠して使用すればよいこととなっている。

4) その他

i) HFO-1234yf の取扱従事者は、特定フロン温室効果ガス規制（EC842/2006）の付属書 EC307/2008 に基づき、トレーニングを通して、以下の要件について証明されなければならない。

トレーニングの対象者は、一つの事業所に複数の取扱従事者がいる場合、その全てが対象となる。

表 2-取扱従事者の必要要件

必要要件		モジュールタイプ [a)]
1.特定フロン温室効果ガスを含む自動車エアーコンディショニングシステムの機能・構造、環境影響評価、関連法規		
1.1	基礎知識	T
1.2	特定フロン温室効果ガスの性状に関する基礎知識	T
1.3	特定フロン温室効果ガス規制、カーエアコン指令に関する基礎知識	T
2.特定フロン温室効果ガスの回収		
2.1	特定フロン温室効果ガスの回収方法に関する知識	T
2.2	冷媒シリンダーの取扱方法	P
2.3	回収リサイクル設備の車両への接続	P
2.4	回収設備の操作	P
注 [a)] T:Theoretical module P:Practical module		

EC307/2008 の遵守は、ドイツでは法制化（Chemikalien-Klimaschutzverordnung – ChemKlimaschutzV 特定フロン温室効果ガスの放出によって引き起こされる気候変動に対する保護に関する条例）されており、取扱従事者はトレーニングを受講し、テストに合格し、その証明を得なければならない。（証明の有効期間に制限は設けられていない。）

証明発行機関は州によって異なるが、以下にその例を示す。

表 3-取扱従事者の証明発行機関の例

州	証明発行機関
バーデン＝ヴュルテンベルク	地方委員会
バイエルン	バイエルン州環境局
ヘッセン	ヘッセン州「Environment, Energy, Agriculture and Consumer Protection」省

なお、以下のような機関がトレーニングを提供している。

・TÜV Rheinland Akademie

・DEKRA Akademie

・TAK Akademie Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe

ii)　上記 3.3.2 で述べたとおり、HFO-1234yf は燃焼、高温表面接触時に分解し、フッ化水素が生成される。ドイツ国内では、自動車事故が年間 30 000～40 000 件発生しており、事故時の HFO-1234yf 漏洩・着火等の危険性を踏まえ、BAM（鉱物資源研究所）がエンジンベイ内の高温表面部からの隔離、エンジンベイ内の消火設備、運転席へのフッ化水素の拡散防止対策の検討の必要性について指摘しているほか、消防士労働組合などは、HFO-1234yf の使用中止を求めているとの情報もある。

iii)　個々の技術基準に関して、その根拠となるデータ等については確認できなかった。

5　カーエアコン用冷媒ガスの充填等に関する日本と欧米の規制比較

以下の事項について、高圧ガス保安法での規制とこれに対応（又は相当）する欧米の規制内容についての調査結果を踏まえ、比較を行った。そのうち、主要な事項について以下にまとめた。

5.1　自動車製造ラインにおける冷媒ガス充填作業（定置式設備）

自動車組立工場における冷媒充填作業を行うにあたっては、日本では、たいていの場合は第一種製造者となるため、設置都道府県の高圧ガス製造許可を受ける必要がある。また、ドイツでは、公認機関による使用開始前の点検を受ける必要がある。一方、米国では、新規工場を設立する場合は CAA に基づく EPA の許可が必要になるが、新規工場でない場合は既に従前の冷媒ガスで許可を得ているので新たな許可は必要ない。

また、要求される各基準については、日米欧の間で、詳細な値（離隔距離等）が異なるなどの違いはあるものの、基本的には、高圧ガス保安法が要求している事項について欧米でも同様に要求されているようである。ちなみに、電気設備の防爆性能については、日本ではまだ認められていないノンインセンディヴ防爆機器が、米国では認められているといった違いは見られた。ノンインセンディヴ防爆機器は一種の簡易防爆にあたる機器であり、本質安全防爆等と比較しても低コストで製造でき、メンテナンスも容易であるという特長があるようである。（例えば、本質安全防爆機器では、ほぼ全ての部品や配線が故障すると考えなければならないが、ノンインセンディブ防爆機器では、その様な要求はない。）

なお、各基準の詳細な値の違いについて、欧米の技術基準の根拠まで確認することはできなかった。

技術基準の詳細について、日ー米、欧（ドイツ）の比較については、それぞれ、表 5 及び表 6 に示す。

5.2　フルオロカーボン回収装置による回収・充填等作業

フルオロカーボン回収装置による回収・充填等作業を行う場合、日本では、不活性ガスのフルオロカーボンに限定すれば、高圧ガス保安法施行令関係告示に示されている要件を満足すれば高圧ガス保安法の適用除外となる旨が規定されている。HFO-1234yf のように可燃性ガスのフルオロカーボンに関しては適用除外とはならないため、一般高圧ガス保安規則に規定される要件を満足しなければならない。

一方、米国では、回収装置については SAE J2843 に規定される要件を満足するように製作し、適合性の認証を受ける必要がある。また、SAE J2845 では、HFO-1234yf の回収作業に従事する者に対して一定レベルの訓練と EPA による認証が要求されている。

ドイツでは、ハザード評価及び公認機関の立会による使用開始前の点検が必要となる。このほか、充填量が 10kg/hr を超える設備を導入する際には、関係機関への許可申請が必要となっている。また、米国と同様に HFO-1234yf を取り扱う全ての者に対して一定の訓練を受け、テストに合格して証明を受けることが要求されている。

このことから、回収・充填等作業においては、その回収装置の使用を認めるまでのプロセスは異なるものの、いずれも一定の基準を満足し、かつ、第三者による何らかのチェックが入るようになっている。併せて、当該作業に従事する技術者に対して資格を要求している点についても共通しており、概ね類似した基準であると考えられる。

技術基準の詳細について、日ー米、欧（ドイツ）の比較については、それぞれ、表 7 及び表 8 に示す。

5.3　サービス缶による冷媒補充作業

HFO-1234yf のサービス缶による冷媒補充作業に関しては、日本及びドイツがほぼ同様の規制内容であり、米国においては事実上禁止されている状況である。

表 4 にそのまとめを示す。

表 4-サービス缶による冷媒補充作業規制の比較

日本	米国	欧州（ドイツ）
・高圧ガス保安法施行令第 2 条第 3 項第 8 号及び高圧ガス保安法施行令関係告示第 4 条に適合するサービス缶は、高圧ガス保安法の適用除外となる。 ・HFO-1234yf の蒸気圧は、35℃で 0.79MPa[a)]であることから、上記の対象となり得る。 ・適用除外のサービス缶を用いれば、カーエアコン（高圧ガス保安法適用除外の	・HFO-1234yf については、充填量が 20lbs（約 9kg）以上の容器にて取り扱わなければならない。[c)] ・上記によりサービス缶（小型缶）の使用は禁止されている。 ・DIY（Do It Yourself）による作業を認めない基準となっている。	サービス缶の使用に関しては、サービス缶製造者の取扱説明書に準拠して行う。 （法規等で規制される技術基準はない。ただし、保管場所の換気対策や消火設備等の安全対策に関しては、TRG250/280/310 及び BGR157 に準拠しなければならない。）

冷凍設備[b]）への補充作業についても適用除外となる。		
注[a] Honeywell 社 MSDS による。 [b] 冷媒ガスが不活性のフルオロカーボンの場合にあっては、冷凍能力 5 ﾄﾝ未満、それ以外の冷媒ガスの場合にあっては、冷凍能力 3 ﾄﾝ未満 [c] SNAP Program による。		

表 5-可燃性冷媒ガス充填作業（自動車工場における定置式設備による充填）に係る法規制比較（概要　日ー米）

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
適用法規等	高圧ガス保安法 一般高圧ガス保安規則	・Clean Air Act (CAA)ー各州環境部局 ・Significant New Alternative Policy (SNAP) ー各州環境部局 ・Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals(PSM)ー各州 OSHA ・Hazard Communication Standardー各州 OSHA ・National Highway Traffic Safety Administrationー DOT	・NFPA 55 Compressed Gases and Cryogenic Fluids Codeー NFPA ・NFPA 70 National Electrical Codeー NFPA ・ASME ・SAE Surface Vehicle Standardー SAE International ・ANSI/ISA 12.12.01 Nonincendive Electrical Equipment for Use in ClassI &II, Division2 &ClassIII,DivisionsI&2Hazardous ・CGA Standard ー Compressed Gas Association
許可手続等	高圧ガス保安法 5-1-1 許可(都道府県)　第一種製造者 処理能力(単位　Nm^3/日)　100 以上	SNAP 40 CFR Part 82ー各州環境部局 ・自動車製造者は SAEJ639 の全ての要求項目に従わなければならない。 ・要求項目には、特殊な接続部品、可燃性冷媒警告ラベル、高圧圧縮機の切断スイッチ及び圧力逃がし装置が含まれる。 ・20 lbs あるいはそれ以上の冷媒容器の接続には、SAEJ2844 に定める接続部品を使用する。 ・自動車製造者は、SAEJ1739 に定める FMEA を実施しなければならない。 ・製造者は FMEA の実施の日から少なくとも 3 年間その実施ファイルを保存しなければならない。 Note:自動車組立工場における冷媒充填作業については CAA に基づく EPA の許可が必要となるが、新規工場でない限り従前の冷媒での許可を取得しているので、HFO-1234yf 充填についての新たな許可は必要ない。	

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
可燃性ガスの定義	一般高圧ガス保安規則 2-1-1　可燃性ガス 可燃性ガス　アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、ブロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メタン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの イ　爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。）の下限が 10%以下のもの ロ　爆発限界の上限と下限の差が 20%以上のもの	DOT 49 CFR part 173.115 可燃性ガス ・沸点が20℃以下である気体であって、 LEL ≦ 13% or (UEL － LEL) ≧ 12% Hazard Communication Standard (C) 定義　(ii) “ 可燃性ガス ”: ・大気圧下及び外気温度において、空気との混合気が13%又はそれ以下の濃度において可燃性混合気を生じるガス ・大気圧下及び外気温度において、爆発下限界の値に関係なく、空気との混合気の燃焼範囲が12%以上の可燃性混合気を生じるガス	NFPA　55 3.4.43.3 可燃性ガス ・14.7psi(101.3kPa)の圧力下において68F (20℃)あるいはそれ以下の温度で気体状態にある物質であって ・絶対圧力14.7psi(101.3kPa)において空気との13%あるいはそれ以下濃度の混合気が可燃性 ・絶対圧力14.7psi(101.3kPa)において、爆発下限界の値に関係なく、燃焼範囲が少なくとも12% ASHRAE (1成分の冷媒) ・測定条件:ASTM E681-01 12ℓフラスコ、スパーク点火、1気圧、100°C 空気-相対湿度 50% (@t 23°C) Class 1: 火炎伝播なし Class 2: < 19 000 kJ/kg かつ > LFL 0.10 kg/m^3 Class 3: ≧19 000 kJ/kg 又は≦LFL 0.10 kg/m^3
第一種製造者に係る技術基準（ﾊｰﾄﾞ）（主要なもの） 境界線・警戒標	高圧ガス保安法 8--1 一般高圧ガス保安規則 6-1-1　事業所境界線明示、警戒標掲示		NFPA 55 7.1.8.1 全般 ・圧縮ガスの容器、シリンダー、タンク及び装置は不用意な移動や許可されていない者の侵入に対する保安確保に努めなければならない 7.1.8.2 保安区域 ・貯蔵、製造及び取扱の場所は、不法侵入に対する保安確保に努めなければならない
保安距離	6-1-2　保安距離 第一種保安物件(学校、病院等)－12√2m～ 第二種保安物件(民家)　－　8√2m～		NFPA 55 7.6.2 事業所外施設との保安距離 ・屋外に設置された可燃性圧縮ガスの貯蔵設

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			備あるいは製造設備は、駐車場、車道、通路、路地あるいは当該事業所と関係のない建物から一定の保安距離を維持しなければならない（Table 7.6.2. Minimum Distance to Public Streets, Public Alleys or Public Ways） ・貯蔵及び取扱量に応じて定められた距離 5ft(1.5m) ~ 25ft(7.6m)
火気取扱施設に対する距離	6-1-3 火気取扱施設に対する距離(8m)		NFPA 55 7.6.3.2 喫煙と裸火の禁止事項 ・可燃性ガスを取扱っている区域には、その貯蔵あるいは製造設備の境界線から25ft(7.6 m)以内での、喫煙あるいは裸火の使用、又は喫煙と裸火の使用両方の禁止を明示した表示をすること
製造設備を設置する室の構造	6-1-9 製造設備を設置する室の滞留しない構造		NFPA 55 6.15 換気 ・圧縮ガスと低温液体の屋内貯蔵、製造区域及び貯蔵建物は、機械的な排気換気あるいは、貯蔵された物質の特性からみて自然換気が適切と判断される場合は、自然換気をしなければならない 6.15.1 機械的換気 ・機械的換気が設置される場合の設備は、設置されている建屋あるいはスペースで就業している間は運転していなければならない 6.15.3 換気能力 ・機械的換気設備の能力は、貯蔵あるいは製造設備の床面積基準で$1ft^3 / min / ft^2$ ($0.3048 m^3/ min/m^2$) 以上の換気能力が要求される

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
耐圧性能	6-1-11 高圧ガス設備の耐圧性能(常用圧力の1.5(1.25)倍以上)		NFPA 55 7.1.5.1 設計と建設施工 ・容器、シリンダー及びタンクは、DOT規則（危険物の輸送基準）あるいはASME基準（炎で加熱されない圧力容器の製造基準）に基づき設計、施工、テストされ標識・印字されなければならない 7.3.1.3 配管設備 ・配管系、チューブ、接続部及びこれらに関係する構成部品は、ANSI/ASME基準（プロセス配管）に基づいて設計、施工、テストされなければならない
気密性能	6-1-10 ガス設備の気密な構造 6-1-12 高圧ガス設備の気密性能(常用圧力以上)		NFPA 55 7.3.1.3.1 健全性 ・配管系、チューブ、圧力レギュレーター、弁及びその他の構成品については、漏洩を防止するため気密性を保持しなければならない 7.6.5 配管系統設備の保守保全. 7.6.5.1 ・可燃性ガス設備の配管系統と構成機器の保守保全は、事業所の資格を有する者によって、毎年実施しなければならない 7.6.5.2 ・上記の保守保全作業には、機械的損傷、気密性能、基礎の健全性、換気設備の運転、設置機器の確認、注意喚起サイン、運転員の情報と教育記録、定期検査と再検査記録、警報設備の作動の他、安全に関する事項の検査が含まれるなどの検査が含まれる 7.6.5.3 ・定期検査と再検査の記録は、正式にまとめられ、その記録は最低3年間保管されなければならない

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
強度(肉厚)	6-1-13 高圧ガス設備の強度(肉厚)		NFPA 55 7.1.5.1 設計と建設施工、7.3.1.3 配管設備を参照
材料	6-1-14 ガス設備の使用材料		NFPA 55 7.1.5.1 設計と建設施工、7.3.1.3 配管設備を参照
温度計等	6-1-18 温度計及び常用の温度の範囲に戻す措置		NFPA 55 7.1.10.7.2 フェイルセーフ設計 ・一定温度に保たれている個々の圧縮ガス容器、シリンダーあるいはタンクは、フェイルセーフの設計をしなければならない SAE Surface Vehicle Standard　J639 5.1.2 最高運転温度 5.1.2.2 R-134a及びR-1234yf冷媒系 ・圧縮機吐き出し及びコンデンサーを含むラインの最高温度は、断続中（5分）において160°Cを超えないこと、また、自動車エアコンの連続使用中において150°Cを超えないこと
圧力計・安全装置等	6-1-19 圧力計及び安全装置(安全弁等) 6-1-20 安全弁・破裂板の放出管		NFPA 55 7.1.5.5 圧力逃し装置 7.1.5.5.1 ・7.1.5.5.2で要求される場合、圧縮ガスの充填された圧力容器及び設備が外部の熱にさらされた場合に生じる異常圧力からの破裂を防止する為に、圧力逃し装置は設置されなければならない 7.1.5.5.2 ・容器を保護する為の圧力逃し装置は、以下の基準、又は使用される国のこれらの基準に相当する基準に基づき設計され設置さ

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			れなければならない： ・固定タンクについて・・CGA S-1.3, *Pressure Relief Device Standards – Part 3 – Stationary Storage Containers for Compressed Gases* 7.1.5.5.3 ・圧力逃し装置のサイズは、取り付ける圧力容器の設計仕様に基づく 7.1.5.5.4 ・圧力逃し装置は、圧力容器及び設備の最高設計圧力を超えないような能力が要求される 7.1.5.5.5 ・圧力逃し装置は、当該圧力容器、隣接する構造物あるいは人に当たらないように設置し大気に開放しなければならない。この要求は、DOT仕様の内容積が2.0 ft^3 (0.057 m^3)あるいはそれ以下の容器には適用されない 7.1.5.5.6 ・圧力逃し装置及び放出管は、装置の使用に障害となる湿気の取り込みと凍結が生じないように、設計されるか又は設置されなければならない SAE J639 5.1 冷媒ラインの高圧側 5.1.1 最高運転圧力 5.1.1.1 ・運転中の不必要な冷媒の放出を避けるために設備は、如何なる装置構成機器の故障が発生する前、あるいは如何なる圧力逃し装置の作動する前に、圧縮機の運転を制限する機能を持たなければならない 5.1.1.3 R-134aとR-1234yf冷媒系 ・高圧側の最高運転圧力は、ゲージ圧

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			4.14MPa(600 psig)を超えてはならない 5.1.1.4 ・如何なる場合であっても、高圧側の冷媒ラインの圧力逃し装置（あるいは破裂板）の作動圧力は上記の最高運転圧力を超えてはならない 5.2 低圧側の冷媒系最高圧力 5.2.3 R-1234yf 冷媒系 ・低圧側の最高圧力は、56 °Cにおける R-1234yf の飽和圧力を超えてはならない 5.5圧力逃し装置 5.5.1 ・冷媒系の高圧側は、圧縮機高圧側、又は圧縮機吐き出し側接続部に最も隣接する位置に設置された圧力逃し装置を設けなければならない。その装置は、車に乗った人、車のトランクあるいは収納場所及びカーエアコンシステムから離れた場所に放出されなければならない。これらの圧力逃し装置は、冷媒と潤滑油の高温部表面への直接の放出を最小限にするように設計されなければならない 5.5.2 ・如何なる場合にも、圧力逃し装置の最高作動（放出）圧力は冷媒系の最高運転圧力を超えてはならない
電気設備の防爆構造	6-1-26 高圧ガス設備に係る電気設備の防爆構造		NFPA 70/NEC Chapter 5 特殊な使用環境 500.2 用語の定義. 耐圧防爆電気機器 ・機器内部に侵入したある特定のガスあるいは蒸気が内部で爆発しても耐える能力を持ち、機器の周りにある特定のガスあるいは蒸気が機器内部のガスあるいは蒸気の爆発によって生じる火花、閃光による発火

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			を防止し、結果として周囲の可燃性雰囲気が発火することがないように密封された構造の電気機器 発火しない電気機器（Nonincendive Equipment） ・通常の運転条件下において、特定の可燃性ガスのガス－空気、蒸気－空気、あるいは粉じん－空気の混合気が電気アークあるいは発熱によって発火することが不可能である電気/電子回路で構成された電気機器 500.5 設置場所の分類 (A) 設置場所の分類 ・設置場所は、周囲の可燃性ガス、可燃性液体から生じた蒸気、引火性液体から生じた蒸気、可燃性の粉じんあるいは漂っている繊維類・浮遊物の特性と可燃性あるいは引火性の恐れのある物質の濃度あるいは量の存在に応じて分類される ・自然発火性物質のみを取扱っている場合は、分類しない ・それぞれの部屋、区域あるいは場所毎に、分類されなければならない
ガス漏洩検知警報設備	6-1-31 ガス漏えい検知警報設備		NFPA 70/NEC Chapter 5 特殊な使用環境 500.7 保安技術. ・このセクションの(A)から(L)の項目は、危険場所に設置された電気及び電子機器に適用可能な保安技術である (K) 可燃性ガスの検知設備 ・可燃性ガス検知設備は、設備の保守、監督について資格を有する者のみが実施することを条件として、一般の人の係わりを制限する形で、工業界で確立された保安技術として認められている

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			・検知設備の型式、そのリスト、設置場所、発報と停止判断基準及び設備の校正周期は、可燃性ガス検知器が保安技術として使用されている場合、文章化しなければならない
静電気除去	6-1-38 製造設備の静電気除去措置		NFPA 55 7.6.3 発火源のコントロール ・可燃性ガスの存在する場所における発火源は、7.6.3に従って管理されなければならない 7.6.3.1 静電気を生じる機器 ・可燃性ガスの存在する場所に設置された静電気を生じる機器は、接地しなければならない
防消火設備	6-1-39 防消火設備		NFPA 55 6.3.2.2 防消火レベル2（Protection Level 2） ・貯蔵あるいは製造施設の設置場所にある可燃性、自然発火性かつ非爆発性、不安定・反応性のClass 3の圧縮ガス、あるいは、低温流体が指定限界数量（quantity thresholds）を超える場合は、防消火レベル2と分類される 6.9 防消火設備 ・6.9.1で要求される範囲を除いて、防消火レベル1～5が要求される建物全体、あるいは建物部分は、NFPA 13（*Standard for the Installation of Sprinkler Systems*）に規定する承認された自動消火スプリンクラーを備える必要がある 6.9.1 ・不燃材を用いて全体が不燃仕様で施工された部屋あるいは場所は、自動消火スプリンクラー設置の必要がない 6.9.2 スプリンクラー設備の設計

規制内容等＼国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			6.9.2.1 ・スプリンクラーが設置されている場合であって、圧縮ガスあるいは低温流体が貯蔵又は取扱われている場所については、NFPA 13で要求されている基準を満足するように設計されなければならない。 6.9.2.2 ・スプリンクラーが設置されている場合であって、可燃性あるいは自然発火性圧縮ガスが貯蔵又は取扱われている場所については、NFPA 13で要求されている基準を満足するように設計されなければならない
第一種製造者に係る技術基準（ｿﾌﾄ）（主要なもの） 日常点検	高圧ガス保安法 8--2 一般高圧ガス保安規則 6-2-4　日常点検		
修理等	6-2-5　ガス設備の修理等	OSHA PSM (j) 機械的健全性 (5) 設備の欠陥 ・事業者は、許容範囲（プロセスセーフティー（d）で定義）を超えている設備の欠陥を、継続使用の前、あるいは、安全な運転を確保する為の必要な対応策がとられている場合に、安全でタイムリーな方法で直さなければならない (6)　品質保証 (i) 事業者は、新規のプラントや設備を設置する時に、製造工程のプロセスに適したように設備が施工されていることを保証しなければならない (ii) 設備が正しく設置され、又、設計仕様および機器製造者の指示に基づいていることを保証するために、適切なチェックと検	NFPA 55 7.1.14 漏洩、損傷、又は腐食. 7.1.14.1　使用からの排除 ・漏洩、損傷あるいは腐食した圧縮ガスの容器、シリンダー及びタンクは、使用場所から取出さなければならない 7.1.14.2 交換及び補修 ・漏洩、損傷あるいは腐食した圧縮ガス設備は、交換あるいは補修されなければならない 7.1.14.3　使用場所から取出した容器、シリンダー及びタンクの取扱 ・使用場所から取出された圧縮ガスの容器、シリンダー及びタンクは、認められた方法で取扱わねばならない 7.1.14.4 漏洩設備 ・漏洩、損傷あるいは腐食していると判断さ

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
		査が実施されなければならない (iii) 事業者は、保全整備材料、交換部品及び機器が、製造工程のプロセスに適していることを保証しなければならない	れた圧縮ガス設備は、供用できる状態に補修するか、あるいは、使用を中止しなければならない
安全規程類の整備	高圧ガス保安法 26 ・危害予防規程の制定及び都道府県知事への届出	OSHA PSM (c) 従業員の参画 (1) 事業者は、ここに求められている従業員参画の推進に関して、文章化した行動計画を作成しなければならない (2) 事業者は、プロセスハザード分析、およびこの PSM に定める他のプロセス安全管理項目の実施と展開について、従業員および従業員代表者と協議しなければならない (3) 事業者は、プロセスハザード分析、およびこの PSM に定める他の必要な情報を、従業員および従業員代表者に提供しなければならない (d) プロセス安全情報 ・事業者は、(e)(1)に定める計画に沿って、この PSM で要求されているいかなるプロセスハザード分析の実施前に、文章化されたプロセス安全情報の収集を完了しなければならない ・文章化されたプロセス安全情報の収集は、事業者および該当するプロセスの運転に従事する従業員が、危険度の高い化学物質が使われるプロセスに伴う危険性を特定し理解することを可能にするものでなければならない (1) プロセス中に存在する危険度の高い化学物質の危険性に関係した情報 ・これらの情報は、少なくとも以下の項目を含む (i) 毒性	NFPA 55 4.2.1 緊急対応計画の要求. 4.2.1.1 ・緊急対応計画は、管理区域ごとの圧縮ガス又は低温流体の製造、取扱、貯蔵あるいは使用の総量が最大許容取扱量を超えた場合や許可権限者によって求められた場合に、作成および見直さなければならない 4.2.1.2 ・緊急対応計画は、許認可権限者の合理的な理由に基づく立入り調査において活用され、次の情報が含まれる (1) 使用可能な緊急対応機器の種類とその配置場所 (2) 活用する緊急対応機器のテストやメンテナンスプログラムについての簡単な説明 (3) ハザード分類ラベルの各々の貯蔵場所での表示 (4) 緊急対応手順の掲示場所 (5) 事業所にある貯蔵、使用されている個々の圧縮ガスあるいは低温流体のMSDSあるいは同等の資料 (6) 消防局との連絡要員に指名され教育訓練された従業員と以下の項目の責任者のリスト (a) 事業所緊急対応メンバーへの緊急対応計画作成の支援 (b) 貯蔵、使用されている個々の圧縮ガスあるいは低温流体の置かれている場所の特定 (c) MSDSの維持管理

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
		(ii) 許可される暴露限界 (iii) 物理データ (iv) 反応性データ (v) 腐食性データ (vi) 熱的、化学的安定性データ (vii) 予見できる異なった物質の不注意な混合によって生じる危険 (2) プロセス技術関連の情報 (i) プロセス技術関連の情報は、少なくとも以下の項目を含む (A) ブロックフロー図、あるいは簡略プロセスフロー図 (B) プロセスの化学 (C) 最大取扱量 (D) 温度、圧力、流量に関する安全運転の上下限 (E) 運転条件の逸脱し伴う、従業員の安全と健康への影響を含む影響度 (3) プロセス機器関連の情報 (i) プロセス機器関連の情報は次の項目が含まれる (A) 使用材料 (B) P & ID (C) 電気設備場所の分類 (D) 安全設備の設計と根拠 (E) 換気設備の設計 (F) 設計規格、基準 (G) 物質、エネルギー収支 (H) 保安設備 (例　インターロック、検地、制御設備) (e) プロセスハザード分析 (1) プロセスのハザードを評価する為に、次の手法を適切に使わなければならない (i) What-IF (ii) Checklist (iii) What-If/Checklist	(d) 事業所の緊急対応手順の管理 (7) 公共の健康と安全の脅威となりうる事業所におい貯蔵、使用されている個々の圧縮ガスあるいは低温流体の種類と取扱い量 4.5 管理計画と危険物質の文章化 4.5.1危険物質の管理計画 ・許認可権限者の要求があった場合に許可申請には、危険物質の管理計画が含まれる 4.5.1.1 内容 ・危険物質の管理計画は、緊急対応訓練計画と事業所の設備配置について次の項目が含まれる (1) 貯蔵、製造区域 (2) 各地域における貯蔵、使用されている各物質の最大取扱量 (3) 容器サイズ (4) ユーティリティー付属の燃料ガスラインと低圧燃料ガスラインを除いた、液体あるいはガスの入った製品移送配管 (5) 緊急時の分離及び抑制対応バルブと機器の位置 (6) 自己表示タイプのバルブの開閉表示 (7) 通路の位置と寸法、および別のページに纏められた払出し設備を含めて、貯蔵設備の配置、活用計画を見やすく実際に近い縮小サイズを明示した貯蔵場所配置図 4.5.1.2 保管場所 ・危険物質の管理計画が作成された場合にその保管場所は、許可書の掲示の近くに掲示されなければならない 4.5.2 危険物質の取扱量一覧表 ・許認可権限者の要求があった場合に許可申請には、危険物質の取扱量の一覧表が含まれる 4.5.3 MSDS ・この基準によって規制される危険物質の

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
		(iv) Hazard and Operability Study (HAZOP) (v) Failure Mode and Effects Analysis(FMEA) (vi) Fault Tree Analysis; or (n) 緊急対応計画 ・事業者は、29 CFR 1910.38(a).に従って全プラントについて緊急対応計画を策定し展開しなければならない	MSDSは、事業所内でいつでも閲覧できなければならない
保安教育	高圧ガス保安法 27-1･3 ・保安教育計画の制定及び実行	OSHA PSM (g) 教育訓練 (1) 初期の教育訓練 (i) 現在製造プロセスの運転に従事している個々の従業員、および新しく配属された製造プロセスの運転に従事する前の個々の従業員は、製造プロセスの概要および運転手順の教育訓練を受けなければならない。 ・教育訓練は、関係する特定の安全と健康ハザード、停止操作を含む緊急操作、および従業員の担当業務に適用される安全作業の実践に重点を置かなければならない (ii) 事業者は、従業員が必要とされる知識、技能、および運転手順に定められている担当業務を安全に実施する為の義務と責任の遂行能力を有していることを文章化して認定しなければならない (2) リフレッシュ教育訓練 ・リフレッシュ教育訓練は、製造プロセスに従事する個々の従業員に対して、現状の運転操作手順の理解と遵守を確実にする為に、少なくとも 3 年毎および必要に応じてさらに頻繁に行われなければならない (3) 教育訓練の記録 ・事業者は、対象従業員、教育訓練の実施日、および教育訓練の理解度の評価方法を含んだ記録を作成しなければならない	NFPA 55 4.7 従業員の訓練 ・危険物が貯蔵、分配、取扱い、あるいは使用されている製造場所に従事する従業員は、取扱われている物質の化学特性および火災、漏洩あるいは漏油事故時への適切な対応を習得していなければならない 4.8 消防局との連絡要員 4.8.1 ・消防局との連絡要員となる責任者が任命され訓練されていなければならない 4.8.2 ・連絡要員は、緊急対応計画の準備や危険物が取扱われている場所の特定にあたり消防局を支援し、MSDSの準備と緊急対応手順についての十分な知識を持っていなければならない

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
資格者選任	高圧ガス保安法 27 の 2-1-1･3･4、27 の 3 一般高圧ガス保安規則 64　保安統括者 65　保安技術管理者 66　保安係員 69　保安主任者 70　保安企画推進員		NFPA 55 4.8 消防局との連絡要員 4.8.1 ・消防局との連絡要員となる責任者が任命され訓練されていなければならない 4.8.2 ・連絡要員は、緊急対応計画の準備や危険物が取扱われている場所の特定にあたり消防局を支援し、MSDSの準備と緊急対応手順についての十分な知識を持っていなければならない 4.2.1 緊急対応計画の要求 4.2.1.2 (6) 消防局との連絡要員に指名され教育訓練された従業員と以下の項目の責任者のリスト (a) 事業所緊急対応メンバーへの緊急対応計画作成の支援 (b) 貯蔵、使用されている個々の圧縮ガスあるいは低温流体の置かれている場所の特定 (c) MSDSの維持管理 (d) 事業所の緊急対応手順の管理
供用中検査 （第三者及び自主）	高圧ガス保安法 35 一般高圧ガス保安規則 79 ・保安検査(1 年に 1 回) 高圧ガス保安法 35 の 2 一般高圧ガス保安規則 83 ・定期自主検査(1 年に 1 回以上) (検査記録の作成･保存)	MIOSHA PSM (j) 機械的健全性 (1) 適用範囲 ・段落(j)(2)～(j)(6)は次の機器に適用する (i) 圧力容器及び貯蔵タンク; (ii) 配管系等設備(バルブなどの配管部品を含む) (iii) 圧力逃がしとベントの設備と機器 (iv) 緊急停止設備 (v) 制御システム(含むモニタリング機器、センサー、警報及びインターロック) (vi) ポンプ	NFPA 55 7.6.5 配管系統設備の保守保全. 7.6.5.1 ・可燃性ガス設備の配管系統と構成機器の保守保全は、事業所の資格を有する者によって、毎年実施しなければならない 7.6.5.2 ・上記の保守保全作業には、機械的損傷、気密性能、基礎の健全性、換気設備の運転、設置機器の確認、注意喚起サイン、運転員の情報と教育記録、定期検査と再検査記録、警報設備の作動の他、安全に関する事

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
		(2) 文章化した手順 ・事業者は、製造設備の運転中の健全性を維持する為の文章化された手順書を作成、実行しなければならない (3) 設備保全活動のための教育訓練 ・事業者は、製造設備の運転中の健全性の維持に携わっている個々の従業員に対して、プロセスの概要とそのハザードおよび従業員の業務に関わる手順書について、従業員が業務を安全な方法で実行できるように教育訓練しなければならない (4) 検査とテストの実施 (i) 検査とテストは、製造設備について実施される (ii) 検査とテストの実施手順書は、広く認識されていて一般的に良好な技術基準として受け入れられる内容でなければならない (iii) 設備機器の検査とテストの実施頻度は、該当の機器製造者の推奨基準及び良好な技術の実践例と整合性がとれていなければならない、さらに過去の運転経験が必要だと判断される場合には、より頻繁な頻度が求められる (iv) 事業者は、製造設備の全ての検査とテストの実施を記録しなければならない。記録は、検査あるいはテストの実施日、実施者の氏名、実施された機器の認識番号あるいは機器を特定する項目、実施した項目、および結果を明記する	項の検査が含まれる 7.6.5.3 ・定期検査と再検査の記録は、正式にまとめられ、その記録は最低3年間は保管されなければならない
立入検査	高圧ガス保安法 62	OSHA–Occupational Safety & Health Act sec29 (1) この条例を実行する為に、OSHA 部局の代表者は、適切な信頼性の置ける理由を提示して、遅れることなくかつ妥当な時間帯に、労	

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
		働者が雇用されている事業所に立入って就業条件、就業場所にある立入り理由に関連する状況、機器、物質の実態を検査あるいは調査し、事業所責任者、経営者、管理者、通報者あるいは従業員に対して安全と健康衛生に関して個別に質問する。検査と調査は、事業者の操業に理由のない混乱を与えることなく実施しなければならない KHK注記： ①立入り調査は、事業者がOSHAが定めた安全と健康な作業環境に関する基準を遵守しているかを確認する為に、事前の予告なしに実施される ②立入り調査の優先順位 ・差し迫った危険 ・大災害と死亡事故 ・計画的調査 ・フォローアップの調査 OSHA PSM / Haz Communication- Local Gov. OSHA 立入り調査で確認する基準 ・事業所において 10 000 lb.(4 535.9 kg)あるいはそれ以上の量の可燃性液体あるいはガスを取扱っている場合は PSM と Haz Communication に基づく ・事業所において 10 000 lb.(4 535.9 kg)以下の量の可燃性液体あるいはガスを取扱っている場合は Haz Communication に基づく	

表 6-可燃性冷媒ガス充填作業（自動車工場における定置式設備による充填）に係る法規制比較（概要　日ー独）

<table>
<tr><th rowspan="2">国名
規制内容等</th><th rowspan="2">日本</th><th colspan="2">ドイツ</th></tr>
<tr><th>法規制</th><th>工業界基準等</th></tr>
<tr><td>適用法規等</td><td>高圧ガス保安法
一般高圧ガス保安規則</td><td>・Arbeitsschutzgesetz
・BetrSichV
・TRG
・ATEX Directive 94/9/EG
・Directive 1272/2008
・EC842/2006 付属書　EC307/2008
・ChemKlimaschutzV</td><td>・FAT Nr136
・Practical guide“Coolant Agent in vehicle air conditioners” - Handbook of “the German Federation for Motor Trades and Repairs”and DGUV
・Guidelines for use and handling of HFO-1234yf -Honeywell</td></tr>
<tr><td>許可手続等</td><td>高圧ガス保安法
5-1-1 許可(都道府県)　第一種製造者
処理能力(単位　Nm^3/日)　100 以上</td><td>BetrSichV
・使用者は、ハザード評価を実施のうえ、使用開始前の点検を Notified Body 立会のうえ実施する
・充填量が 10kg/hr を超える場合許可が必要</td><td></td></tr>
<tr><td>可燃性ガスの定義</td><td>一般高圧ガス保安規則
2-1-1　可燃性ガス
可燃性ガス　アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼ ン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミ ン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、ブロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メ タン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの
イ　爆発限界（空気と混合した場合の爆発</td><td>Directive 1272/2008
可燃性ガス(カテゴリー1)
分類の定義
<table><tr><th>ｶﾃｺﾞﾘｰ</th><th>定義</th></tr><tr><td>1</td><td>20°C大気圧下のガスで
(a)濃度が13%(容積分率)以下の空気との混合気が可燃性/引火性であるもの
または
(b)爆発(燃焼)下限界に関係なく空気との混合気の爆発範囲(燃焼範囲)が12%以上のもの</td></tr><tr><td>2</td><td>略</td></tr></table></td><td></td></tr>
</table>

国名 / 規制内容等	日本	ドイツ	
		法規制	工業界基準等
	限界をいう。以下同じ。）の下限が 10%以下のもの ロ　爆発限界の上限と下限の差が 20%以上のもの		
第一種製造者に係る技術基準（ﾊｰﾄﾞ）（主要なもの） 境界線・警戒標	高圧ガス保安法 8--1 一般高圧ガス保安規則 6-1-1　事業所境界線明示、警戒標掲示	TRG401 3.2.2 ・充填エリアにおいて危険性を示すラベル(表示)をしなければならない	
保安距離	6-1-2　保安距離 第一種保安物件(学校、病院等)－12√2m～ 第二種保安物件(民家)　－　8√2m～	TRG280 5.3 ・屋外貯蔵エリアでは、圧力容器は安全な場所に設置しなければならない。可燃性ガスの貯蔵に関しては、近隣あるいは公共道路との間に十分な保安距離を確保しなければならない	
火気取扱施設に対する距離	6-1-3　火気取扱施設に対する距離(8m)	TRG280 5.1.8 ・圧力容器の貯蔵エリアには、ピット、ドレンを、設けてはならない。また、暖房用煙突(排気)のメンテナンスのためのアクセスルートを設けてはならない 5.1.9 ・可燃性ガスの圧力容器貯蔵エリアの周辺には、着火源となりうるものを置いてはならない TRG401 3.3.3.3 ・充填設備に近いエリアに可燃物がある場合、可燃性ガスの圧力容器は可燃物との距離を 5m 以上確保し、火災の危険から保護しなければならない	Honeywell Guideline サービスエリア ・充填設備は、裸火または高エネルギー着火域から離すことが好ましい

規制内容等＼国名	日本	ドイツ	
		法規制	工業界基準等
他の高圧ガス設備に対する距離	6-1-4　他の可燃性ガス製造設備の高圧ガス設備に対する距離(5m) 酸素の製造設備の高圧ガス設備に対する距離(10m)		
製造設備を設置する室の構造	6-1-9　製造設備を設置する室の滞留しない構造	TRG280 5.1.8 ・圧力容器の貯蔵エリアには、ピット、ドレンを、設けてはならない。また、暖房用煙突(排気)のメンテナンスのためのアクセスルートを設けてはならない 5.2.5 ・圧力容器の保管場所は、十分な換気をしなければならない。自然換気に必要な開口面積は保管エリア床面積の 1/100 以上 TRG401 3.3.2.2 ・自然換気に必要な開口面積は、保管エリア床面積の 1/100 以上 ・強制換気は、時間当たり 2 回実施すれば十分 ・換気が停止した場合、アラームで警報しなければならない	Honeywell Guideline サービスエリア ・充填エリア、貯蔵エリア、その他漏洩の可能性がある場所では機械的換気が必要である。既存の局所換気が、充填エリア、貯蔵エリアに対して十分な能力があるかどうか検討することが好ましい。換気効率は LFL（下限可燃限界）の 25%以上の混合気の生成を防止することが要求される。例えば、NFPA497(2008 年版)による十分な換気として認められる 1 時間当たり 6 回の換気、単位床面積当たり（1 平方フィート）1CFM の風量の換気（単位床面積（平方メートル）当たり $0.3m^3$/分）、または LFL の 25%以上の滞留混合気を形成させない他の同様の基準を達成する必要がある
耐圧性能	6-1-11　高圧ガス設備の耐圧性能(常用圧力の 1.5(1.25)倍以上)		
気密性能	6-1-10　ガス設備の気密な構造 6-1-12　高圧ガス設備の気密性能(常用圧力以上)	TRG401 3.1.1 ・シール材、ダクト、接続部材、ポンプ、フレキシブルチューブ等の充填設備のすべての部材は、想定される圧力に対して十分な気密性がなければならない。熱応力、機械的応力に対しても十分な強度を有しなければならない。	

<table>
<tr><th rowspan="2">国名
規制内容等</th><th rowspan="2">日本</th><th colspan="2">ドイツ</th></tr>
<tr><th>法規制</th><th>工業界基準等</th></tr>
<tr><td>強度(肉厚)</td><td>6-1-13 高圧ガス設備の強度(肉厚)</td><td>TRG401
3.1.1
・シール材、ダクト、接続部材、ポンプ、フレキシブルチューブ等の充填設備のすべての部材は、想定される圧力に対して十分な気密性がなければならない。熱応力、機械的応力に対しても十分な強度を有しなければならない。</td><td></td></tr>
<tr><td>材料</td><td>6-1-14 ガス設備の使用材料</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>温度計等</td><td>6-1-18 温度計及び常用の温度の範囲に戻す措置</td><td rowspan="2">TRG401
4.1.5
・充填設備は、緊急停止システム(ポンプ停止、電磁弁閉止等)を設置しなければならない</td><td></td></tr>
<tr><td>圧力計・安全装置等</td><td>6-1-19 圧力計及び安全装置(安全弁等)
6-1-20 安全弁・破裂板の放出管</td><td></td></tr>
<tr><td>電気設備の防爆構造</td><td>6-1-26 高圧ガス設備に係る電気設備の防爆構造</td><td>ATEX Directive 94/9/EG
・使用者が防爆エリアゾーンを特定し、必要に応じて防爆機器を使用しなければならない
ゾーン分類
<table>
<tr><th>ｿﾞｰﾝ</th><th>定義</th></tr>
<tr><td>Zone 0</td><td>ガス、蒸気又はミスト状の可燃性物質と空気との混合物質で構成する爆発性雰囲気が連続的に、長時間又は頻繁に存在するゾーン</td></tr>
<tr><td>Zone 1</td><td>ガス、蒸気又はミスト状の可燃性物質と空気との混合物質で構成する爆発性雰囲気が通常運転中でもときどき生成する可能性があるゾーン</td></tr>
<tr><td>Zone 2</td><td>ガス、蒸気又はミスト状の可燃性物質と空気との混合物質で構成する爆発性雰囲気が通常運転中に生成しても短時間しか持続しないゾーン</td></tr>
</table>
防爆性能</td><td>Honeywell Guideline
高温表面、高エネルギー、着火源との接触
・火花を発生する機器は絶縁するか、不活性ガスでパージ(生成される混合気体が爆発範囲内に達する確率を最小限にするため)するか、あるいは取り替えることが必要となる。ブラシ付直流モータは連続的な火花の発生の可能性があることに注意する必要がある。このような直流モータを使用している換気ファンは絶縁されるか、防爆式に交換するか、窒素か十分な流量の空気でパージし混合気体が爆発範囲内に入らないように管理しなければならない。ただし、窒素を使用する場合、作業環境の酸素濃度を十分確保するように窒素の排気方法を考慮しなければならない。でなければその作業環境の酸素濃度のモニタリング</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">国名
規制内容等</th><th rowspan="2">日本</th><th colspan="2">ドイツ</th></tr>
<tr><th>法規制</th><th>工業界基準等</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><th>型式</th><th>ｿﾞｰﾝ</th><th>適用規格</th></tr>
<tr><td>耐圧防爆構造
(火炎伝播防止構造)</td><td>1/2</td><td>EN60079-1</td></tr>
<tr><td>本質安全防爆構造(ia)</td><td>0/1/2</td><td>EN60079-11</td></tr>
<tr><td>本質安全防爆構造(ib)</td><td>1/2</td><td>EN60079-11</td></tr>
<tr><td>安全増防爆構造</td><td>1/2</td><td>EN60079-7</td></tr>
<tr><td>内圧防爆構造</td><td>1/2</td><td>EN60079-2</td></tr>
<tr><td>樹脂充填防爆構造
(モールド防爆)</td><td>1/2</td><td>EN60079-18</td></tr>
<tr><td>油入防爆構造</td><td>1/2</td><td>EN60079-6</td></tr>
<tr><td>粉体充填防爆構造</td><td>1/2</td><td>EN60079-5</td></tr>
</table>
</td><td>をしなければならなくなる
・火花生成エネルギーのデータは十分でないかもしれないため、火花発生の可能性のある電気設備(コンタクタ、スイッチ、リレー、その他の電気・電子デバイス)が漏洩の可能性のあるエリアに置かれている場合、リスク評価を実施することが好ましい。)
・充填、保管エリア内、あるいは隣接する電気設備は、適用されるコード・規制に従って防爆分類されるべきである
・HFO-1234yf は、NFPA497 によるグループ D またはグループ IIA に分類される。発火温度は 405℃で NFPA70 による(電気設備の最大表面温度の）温度クラス“ T2 ”の電気設備の使用制限を考慮しないとならない
・充填設備から 5 フィート以内、床から 3 フィート以内、水平方向で 25 フィート以内は、クラス I・ディビジョン 2・グループ D(クラス I・ゾーン 2・グループ IIA)の防爆性能を有する電気設備とすることが好ましい
・冷媒充填が行なわれるかもしれないピットまたは床面よりも低いサービスエリア、あるいは充填設備から周囲 25 フィート以内では、もっとも低い位置から高さ 12 インチ以下のところで機械的換気を行うことが好ましい。電気設備はクラス I・ディビジョン 2・グループ D(クラス I・ゾーン 2・グループ IIA)の防爆性能を有することが好ましい
・充填設備から 25 フィート以内の使用していない、かつ換気設備のないピット内の電気機器はクラス I・ディビジョン 1・グループ D(クラス I、ゾーン 1、グループ IIA)の防爆性能を有することが好ましい</td></tr>
</table>

国名 規制内容等	日本	ドイツ	
		法規制	工業界基準等
ガス漏洩検知警報設備	6-1-31 ガス漏えい検知警報設備		Honeywell Guideline サービスエリア ・連続的な漏洩監視を行なうことで、漏洩時の適切な緊急対応をとることができる。検知レベルは LFL の 25%が採用できる。 1 000ppm 以下の HFO-123a を検出できる赤外線漏洩検知も HFO-1234yf には有効である。HFO-1234yf について検知設備メーカに必要な情報を提供することで、信頼性保証の確認ができる。漏洩発生時、空気によって拡散するので、局所的な滞留が発生しないようにすることは重要である。LFL 以下の濃度を維持するために換気装置を使用することができる。例えば、熱量測定ルームでは、空調を停止するよりも漏洩冷媒の拡散のために空調循環を維持することが最善かもしれない。これは、漏洩したとしても充填量が少なく、LFL の 25%に達するために必要な量には達しないことを前提としている
静電気除去	6-1-38 製造設備の静電気除去措置		
防消火設備	6-1-39 防消火設備		・十分な数量とサイズの消火器を設置すること
第一種製造者に係る技術基準（ｿﾌﾄ）（主要なもの） 日常点検	高圧ガス保安法 8--2 一般高圧ガス保安規則 6-2-4　日常点検	TRG402 8 ・配管、容器、ポンプ、バルブ等は定期的に清掃、点検、メンテナンスをしなければならない	
修理等	6-2-5　ガス設備の修理等		

<table>
<tr><th rowspan="2">国名
規制内容等</th><th rowspan="2">日本</th><th colspan="2">ドイツ</th></tr>
<tr><th>法規制</th><th>工業界基準等</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>安全規程類の整備</td><td>高圧ガス保安法 26
・危害予防規程の制定及び都道府県知事への届出</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>保安教育</td><td>高圧ガス保安法 27-1･3
・保安教育計画の制定及び実行</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>資格者選任</td><td>高圧ガス保安法 27 の 2-1-1･3･4、27 の 3
一般高圧ガス保安規則
64　保安統括者
65　保安技術管理者
66　保安係員
69　保安主任者
70　保安企画推進員</td><td>EC842/2006　付属書 EC307/2008
ChemKlimaschutzV
HFO-1234yf の取扱従事者は、トレーニングの受講及びテストに合格したことの証明を公的機関により得なければならない

取扱従事者の必要要件<table>
<tr><th colspan="2">必要要件</th><th>ﾓｼﾞｭｰﾙ
ﾀｲﾌﾟ</th></tr>
<tr><td colspan="2">1.特定フロン温室効果ガスを含む自動車エアーコンディショニングシステムの機能・構造、環境影響評価、関連法規</td><td></td></tr>
<tr><td>1.1</td><td>基礎知識</td><td>T</td></tr>
<tr><td>1.2</td><td>特定フロン温室効果ガスの性状に関する基礎知識</td><td>T</td></tr>
<tr><td>1.3</td><td>特定フロン温室効果ガス規制(Fガス規制)､カーエアコン指令に関する基礎知識</td><td>T</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.特定フロン温室効果ガスの回収</td><td></td></tr>
<tr><td>2.1</td><td>特定フロン温室効果ガスの回収方法に関する知識</td><td>T</td></tr>
<tr><td>2.2</td><td>冷媒シリンダーの取扱方法</td><td>P</td></tr>
<tr><td>2.3</td><td>回収リサイクル設備の車両への接続</td><td>P</td></tr>
<tr><td>2.4</td><td>回収設備の操作</td><td>P</td></tr>
</table>
TRG402
2
作業者の要件
・18 歳以上
・充填設備に精通していること
・信頼できること</td><td></td></tr>
</table>

国名 規制内容等	日本	ドイツ	
		法規制	工業界基準等
		・充填設備の危険性、取扱いについてトレーニングを受けていること	
供用中検査 （第三者及び自主）	高圧ガス保安法 35 一般高圧ガス保安規則 79 ・保安検査(1 年に 1 回) 高圧ガス保安法 35 の 2 一般高圧ガス保安規則 83 ・定期自主検査(1 年に 1 回以上) (検査記録の作成･保存)	BetrSichV Section14 ・外部点検は 2 年に 1 回 ・内部点検は 5 年に 1 回 ・強度試験（耐圧試験）は 10 年に 1 回 使用者が自主的に点検を行う。 ただし、上記は最低要求のため、点検頻度を増やす必要があるかどうかは、使用者の判断による。	
立入検査	高圧ガス保安法 62		

表 7-回収装置（回収装置（移動式設備）による自動車からの可燃性冷媒ガス回収・浄化・充填等）に係る法規制比較（概要　日ー米）

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
適用法規等	高圧ガス保安法 一般高圧ガス保安規則		
許可手続等	高圧ガス保安法 5-1-1 許可(都道府県)　第一種製造者 処理能力(単位　Nm^3/日)　100 以上 5-2-1 届出(都道府県)　第二種製造者 処理能力(単位　Nm^3/日)　0〜100 未満	EPA : 米国環境保護局 40 CFR Part 82 : 成層圏オゾン層の保護条例 自動車用エアコンサービス技術に関する EPA 規制 1　EPA に承認された機器の使用 2　EPA に承認された機関による教育訓練を終了し認定された専門技術者の配置 3　自動車用エアコン（MVAC）に関する技術サービスの記録の保管 4　EPA への上記 1〜3 項目遵守の申請 詳細 禁止項目と要求項目 (a)次の場合、冷媒の取り扱いを含めて、自動車用エアコンの修理及び技術サービス、又、自動車用エアコンに類似した装置の修理及び技術サービスを行ってはならない。 (1)承認された機器を適切に使用しない（§82.36に基づく） (2)EPA統括監理官によって承認された専門技術者の認定プログラムに基づく、正しい教育訓練を受け認定された専門技術者でない者の自動車用エアコンの修理及び技術サービス（§82.40に基づく） (3)EPA統括監理官によって承認された専門技術者の認定プログラムに基づく、正しい教育訓練を受け認定された専門技術者でない者の自動車用エアコンに類似した装置の修理及び技術サービス（§82.40 、§	SAE Surface Vehicle Standard　J639 (Safety Standard for Motor Vehicle Refrigerant Vapor Compression System) 14.8 R-1234yf 冷媒 14.8.1 ・R-1234yf を車の A/C 系統から抜出し回収するためには、冷媒再生処理施設（off-site）での再処理作業に使用も可能である、SAEJ2843 あるいは J2851(R-1234yf 回収)の要求事項を満足していると認証されている R-1234yf 回収・再生・再充填用に設計されたサービス機器を使用すること ・作業場所におけるR-1234yf冷媒の不注意な大気放出は、可燃性雰囲気の高い濃度を生じる可能性がある ・R-1234yf系統の技術サービスは、換気の良い作業場所でのみ実施しなければならない 14.9 冷媒の純度 14.9.1 ・全ての冷媒は、SAEの純度基準を満足しなければならない 14.9.1.3 ・全ての R-1234yf 冷媒は、SAE J2844.基準で定める純度レベルを満足しなければならない 14.9.2 再生された冷媒 14.9.2.1 ・全ての 再生されたR-134a 、R-1234yf 冷

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
		82.161 (a)(5)に基づく） 承認された冷媒取扱機器 (§82.36) (a)(1) 冷媒再生機器は、EPA統括監理官又はEPA統括監理官によって§82.38に基づく次の基準を満足していると承認されている独立した規格検査機関によって、認証を受けなけねばならない 承認された独立した規格検査機関(§82.38) (a)任意の独立した規格検査機関は、この規程を満足する機器を認証する機関としての承認を、申請することが出来る。申請は、EPA成層圏保護局、MVAC再生プログラムマネージャーに送付しなければならない 専門技術者の教育訓練と認定(§82.40) (a)任意の専門技術者の教育訓練と認定プログラムは、ここに定める規格に従って、承認申請をEPA統括監理官に提出することが出来る (1)教育訓練 ・各プログラムは、次の一つかあるいはそれ以上の方法を用いて、十分な教育訓練を提供しなければならない：on-the job、教育機材を使った自己学習、あるいは指導者、ビデオ、又は実演による実践的なサービス工場の実地教育 (2)テスト問題の材料 ・認定テストは、適切にかつ次の要求を十分にカバーしなければならない (i)自動車用エアコン及び自動車用エアコンに類似した装置の技術サービス及び修理に関して作られた基準類。これらの基準類は、冷媒の封じ込め（漏れ防止)、抜出し機器、抜出しと再生機器の関して推奨された技術サービス手順と自動車用エアコン系統の冷媒純度に関する基準類 認証、記録類の保管およびその公開に関する	媒は、SAE J2099.基準で定める純度レベルを満足しなければならない 14.9.3 ・回収専用機器によって回収された全ての冷媒で、再使用可能と思われるがサービス工場の適切な再生機器で処理されていない物は、再生工場に送られて処理されなければならない ・再生工場の冷媒処理設備で再生された冷媒は、該当するSAE 冷媒.基準で定める未使用の冷媒純度レベルを満足しなければならない

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
		要求(§82.42) (a)認証の要求 (1)ここに述べている自動車用エアコンの修理及び技術サービスに従事する全ての人は、それぞれが承認機器の取扱いを習得し適切に使用していることを、また、機器取扱について適切に教育訓練された認定者であり機器の取扱が許されていることをEPA統括監に証明しなければならない。この証明は、機器の所有者、又は他の責任ある管理者によってサインされた宣誓書の形式であり、次の事柄が述べられなければならない (i) 該当機器の購入者 (ii) 該当機器の置かれる予定の施設の住所 (iii) 該当機器の製造者､機器の型式ナンバー､機器の製造年月日及び機器の製造番号。証明書は、一人ひとりのサービス従事者が§82.40の基準に基づいて適切な教育訓練を受け認定されていることを機器購入者によって認められ､該当機器が自動車用エアコンの技術サービスに適切に使用される事と、記述した情報が真実で正しいことの宣言が含まれなければならない	
可燃性ガスの定義	一般高圧ガス保安規則 2-1-1　可燃性ガス 可燃性ガス　アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼ ン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミ ン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、	表5参照	

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
	ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、ブロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メ タン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの イ　爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界をいう。以下同じ。）の下限が 10%以下のもの ロ　爆発限界の上限と下限の差が 20%以上のもの		
技術基準（ﾊｰﾄﾞ）（主要なもの） 製造施設の場所	高圧ガス保安法 8--1 12-1 一般高圧ガス保安規則 8-1-1(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 12-1-2(第二種(処理能力 30 未満)) 引火性又は発火性物のたい積した場所付近にないこと		
警戒標	8-1-2(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 12-1-2(第二種(処理能力 30 未満)) 製造作業中の警戒標掲示		
耐圧・気密性能 強度(肉厚)	8-1-3(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 12-1-2(第二種(処理能力 30 未満)) 高圧ガス設備の耐圧・気密性能及び強度(肉厚)		SAE Surface Vehicle Standard　J2843 11.1.4 貯蔵タンク及び過充填に関する要求 11.1.4.1 ・貯蔵タンクは次の要件に従って構築されなくてはならない：DOT 規格第 49 編第 173.304、ASME ボイラー・圧力容器基準セクションⅧ ・タンクの組み立て部には、最初の再試験予定日を示す刻印がされていなければならないが､再試験日は製造日の 5 年後とする。刻印には、5 年ごとに再試験を実施しなければならない旨が表示されていなくては

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			ならない。検査手順は、SAE J2296 に記載されている
消火設備	8-1-4(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 12-1-2(第二種(処理能力 30 未満)) 消火設備		
運転温度・圧力安全装置			SAE Surface Vehicle Standard　J639 5.1.2 最高運転温度 5.1.2.2 R-134a 及び R-1234yf 冷媒系 ・圧縮機吐き出し及びコンデンサーを含むラインの最高温度は、断続中（5分）において160 °Cを超えないこと、また自動車エアーコンの連続使用中において150 °Cを超えないこと SAE J639 5.1 冷媒ラインの高圧側 5.1.1 最高運転圧力 5.1.1.1 ・運転中の不必要な冷媒の放出を避けるために設備は、如何なる装置構成機器の故障が発生する前、あるいは如何なる圧力逃し装置の作動する前に、圧縮機の運転を制限する機能を持たなければならない 5.1.1.3 R-134aとR-1234yf冷媒系 ・高圧側の最高運転圧力は、ゲージ圧4.14MPa(600 psig)を超えてはならない 5.1.1.4 ・如何なる場合であっても、高圧側の冷媒ラインの圧力逃し装置（あるいは破裂板）の作動圧力は上記の最高運転圧力を超えてはならない 5.2 低圧側の冷媒系最高圧力 5.2.3 R-1234yf 冷媒系 ・低圧側の最高圧力は、56 °Cにおける R-1234yf の飽和圧力を超えてはならない

国名 / 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			5.5圧力逃し装置 5.5.1 ・冷媒系の高圧側は、圧縮機高圧側、又は圧縮機吐き出し側接続部に最も隣接する位置に設置された圧力逃し装置を設けなければならない。その装置は、車に乗った人、車のトランクあるいは収納場所及びカーエアコンシステムから離れた場所に放出されなければならない。これらの圧力逃し装置は、冷媒と潤滑油の高温部表面への直接の放出を最小限にするように設計されなければならない 5.5.2 ・如何なる場合にも、圧力逃し装置の最高作動（放出）圧力は冷媒系の最高運転圧力を超えてはならない
作業場所の換気			SAE Surface Vehicle Standard　J2843 5.1.4　装置の回収作業場所の換気 5.1.4.1 ・装置は、回収作業場所および車室内のガス濃度が増加すること防ぐために、1 時間につき最低 6 回の空気交換を行わなくてはならない。電源を入れた際、他の操作を実施する前に 1 回排気を実施できるのに十分な時間だけ送風機を作動させなくてはならない。また、装置の起動中は連続的に送風機を運転させるとともに、換気の気流が失われた際はそれを検知できるような手段を備えていなくてはならない。換気の気流が喪失したことが検知された場合は、装置の操作をロックアウトするものとする。例外は、正確な目盛の読み取りのために、一時的に送風機を止める時だけである。車室内でのガスの滞留を防止するため、回収装置の作動中は 5 分以上送風機を停止しては

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			ならない
電気設備の防爆構造			SAE Surface Vehicle Standard　J2843 11.1.2 ・R-1234yf 用の装置に対する電気的要件 ノンインセンディブ装置技術が必要である。装置は、このレベルの可燃性を持つ冷媒への曝露に耐えられると見なされる電気部品を使用して組み立てられなくてはならない Class1、Division2 の危険場所に設置する電気機器に関する指針に従わなくてはならない。指針には、R-1234yf 冷媒用装置の下記の領域が含まれるが、これらに限定されるものではない 11.1.2.1　電気部品 11.1.2.1.1 ・電動モーターは、ANSI/ISA-12.12.01 規格で概説される要件に適合しなくてはならない。 11.1.2.1.2 ・電動モーター以外の全ての電気部品（スイッチ、継電器、ブレーカー、ソレノイドなどがあるが、これらに限定されない）は、ANSI/ISA-12.12.01 規格で概説される要件に適合しなくてはならない 11.1.2.1.3 ・高圧のカットアウトスイッチは、NEC 規格501.115(B)(1)に従って、防爆容器の中に密封または設置されるものとする。 11.1.2.1.4 ・ラベルには、危険場所に分類された場所で推奨コネクタを開負荷状態にしてはいけないということを表示しておかなければならない 11.1.2.1.5

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			・使用される部品は、表面温度が 400℃を超えないよう制限されなくてはならない
技術基準（ｿﾌﾄ） （主要なもの） 保安距離等	高圧ガス保安法 8--2 12-2 一般高圧ガス保安規則 8-2-1 ｲ(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 保安距離 第一種保安物件(学校、病院等)－15m 以上 第二種保安物件(民家) －10m 以上 12-2-1(第二種(処理能力 30 未満)) 火気取扱場所、多数の人の集合する場所又は引火性・発火生物のたい積した場所から 5m 以内で容器への充填禁止		
静電気除去	8-2-1 ﾄ(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 製造設備の静電気除去措置		
日常点検 修理等	12-2-2(第二種(処理能力 30 未満)) 日常点検 ガス設備の修理等		SAE Surface Vehicle Standard　J2843 5.　安全要件 5.1.2　装置の通常運転中における R-1234yf の放出 通常稼働中に車室内に微量の R-1234yf ガスを放出する部品は、ガスを発火源から離れた方向へと向かわせ、換気装置によって車室から分散されるようにしなければならない。 フィルタ交換やタンク排気等のあらゆるユーザー・メンテナンスは、システムの開放前に残留冷媒の収集または安全な排気が適切に行われていることを確実にしなければならない。
安全規程類の整備	第一種製造者： 高圧ガス保安法 26	表 5 参照	SAE Surface Vehicle Standard　J2843 6.　操作説明書

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
	・危害予防規程の制定及び都道府県知事への届出		6.1　装置の製造者は、点検中のカーエアコンシステム内において冷媒の汚染が起こる可能性に関して操作説明書内で警告をしておかなければならない。 6.1.1　冷媒回収・再生装置に冷媒同定装置が内蔵されている場合、その冷媒同定装置はSAE J2927 の要件を満たしているものでなければならない。 6.1.2　冷媒同定機能を備えていない冷媒再生・充填装置については、マニュアル内に冷媒汚染が装置に対して及ぼしえる障害や装置の容器内にある再生冷媒の汚染について取り上げた指示を記載しておけなければならない。 6.2　装置の製造者は、製品の取り扱い説明書を備えておかなければならない。説明書には、適切な真空引きに関する指示（いつ抽出工程を終了するべきか）や、フィルタおよび乾燥剤の交換に関する指示が含まれているものとする。また、その他必要なメンテナンスの方法、交換部品に関するソース情報、および修理上の注意事項や安全予防措置等が説明書には記載されていなければならない。 6.2.1　冷媒再生工程における空気（非凝縮性ガス）の侵入に起因する冷媒の汚染を防止するために、説明書ではホースやシールの適切なメンテナンス方法について明らかにしていなければならない。 6.3　製造者の名前、住所、装置が再生すべき冷媒の種類、問い合わせ電話番号、交換フィルタおよび乾燥剤の品番が装置の目立つ場所に表示されていなければならない。 6.4　操作説明書には、次のことが記載されていなければならない：「システムの製造者によって規定されている通り、新品の潤滑

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			油のみをカーエアコンシステムに補充しなければならない。エアコンシステムや回収装置から取り除かれた潤滑油は、適用される連邦・州・地方政府の手続きおよび規制に従って処分されなければならない。」
保安教育	第一種製造者： 高圧ガス保安法 27-1･3 ・保安教育計画の制定及び実行 第二種製造者： 高圧ガス保安法 27-4 ・保安教育の実施		SAE Surface Vehicle Standard　J2845 3.　技術的要件 3.1　情報や工具、機器だけでなく、R-12 および R-134a 用の自動車エアコン系統の診断および技術サービスに用いられていた応用事例、技術および手順の一部は、R-744 あるいは R-1234yf を使用する自動車エアコン系統の場合では変更が必要となるであろう。各冷媒の特徴に基づいて変更や調整がなされなければならない。取扱う冷媒についての教育・訓練を受けることなしに、専門技術者が R-744 または R-1234yf を使用した自動車エアコン系統の技術サービスや修理を行うことは許されない 3.2　冷媒を含むシステムの操作点検中は常に適切な個人用保護具を身につけているようにサービス技術者を教育・訓練しなければならない 3.3　サービス技術者は適切な MSDS に目を通し、書かれている内容に従わなければならない。MSDS は、安全や使用すべき個人用保護具に関する情報を提供するものである。MSDS の内容としては、次のものが挙げられるが、これらに限定されない ・液状およびガス状冷媒に接触してはならない ・冷媒循環系統を扱う際には、側面保護付きゴーグルおよび手袋（体温が奪われることから防護する機能をもち、冷媒に対して不浸透性のあるもの）を装着するものとする ・皮膚の冷媒への曝露は凍傷をもたらす可能

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			性がある。その場合はぬるま湯で患部をこすること。患部について速やかに医師の診療を受けなければならない ・高濃度の冷媒にさらされた後で何らかの症状が感じられた場合は、速やかに医師の診断を受けなければならない。自覚症状の例としては、次のものが挙げられる：頻呼吸、息切れ、頭痛、頻脈、めまい ・エアコン冷媒や潤滑油蒸気やミストの吸引を避けること。エアコン系統より冷媒を抜出す抜出すには、SAE 基準の要件を満たしていると認定された当該冷媒回収のために設計された機器を使用すること 3.4　教育訓練ではそれぞれの冷媒用に設計された機器や工具の重要な違いについて説明を行い、指定された冷媒に適切な装機器を使用することを強調しなければならない 3.5　教育訓練では自動車用エアコンの安全性や性能に関連した問題に照らして標準車やハイブリッド及び他の代替エネルギー車について説明しなければならない。（つまり、ハイブリッド車のエアコンおよび冷却装置の適切な操作は乗客の快適性にとってのみでなく、搭載コンピュータおよびバッテリパックの最適操作にとっても重要である。) 3.6　専門技術者訓練には、以下の内容を盛り込むものとする 1 R-134a と比較しての R-744 の差異または R-134a と比較しての R-1234yf の差異 2 容器の識別と同時に各冷媒に固有なフィッティングおよびラベルの識別 3 冷媒判別機器の使用法に関する説明 4 各冷媒の漏れを検出するための漏れ検出装置または蛍光染料の使用法に関する説

国名 規制内容等	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
			明 5 適切な SAE 認定冷媒回収再生機器の使用により専門技術者の安全性を推進し、自動者用エアコンの環境への影響を最小限に抑えることを目的とした車の仕様に基づく各冷媒の使用量の抑制法に関する説明 6 本基準において詳述されているエアコン系統のサービス技術の手順 7 各冷媒に対する一般的な安全に関する優れた実施例および固有の安全に関する優れた実施例 8 専門技術者はまた、SAEJ639 で定義される安全要件に関する十分な理解を有していなければならない
資格者選任	第一種製造者： 高圧ガス保安法 27 の 2-1･3･4、27 の 3 一般高圧ガス保安規則 64 保安統括者 66 保安係員 (69 保安主任者 70 保安企画推進員) 第二種製造者： 高圧ガス保安法 27 の 2-1･3･4 一般高圧ガス保安規則 64 保安統括者 66 保安係員		SAE Surface Vehicle Standard J2845 3. 技術的要件 3.1 情報や工具、機器だけでなく、R-12 および R-134a 用の自動車エアコン系統の診断および技術サービスに用いられていた応用事例、技術および手順の一部は、R-744 あるいは R-1234yf を使用する自動車エアコン系統の場合では変更が必要となるであろう。各冷媒の特徴に基づいて変更や調整がなされなければならない。取扱う冷媒についての教育・訓練を受けることなしに、専門技術者が R-744 または R-1234yf を使用した自動車エアコン系統の技術サービスや修理を行うことは許されない SAE Surface Vehicle Standard J2843 5.2 装置には、「警告－運転資格を持つ者によって操作されること」という掲示がされていなければならない
供用中検査	第一種製造者：		

規制内容等 ＼ 国名	日本	米国	
		法規制	工業界基準等
（第三者及び自主）	高圧ガス保安法 35 一般高圧ガス保安規則 79 ・保安検査(1 年に 1 回) 高圧ガス保安法 35 の 2 一般高圧ガス保安規則 83 ・定期自主検査(1 年に 1 回以上) 第二種製造者(処理能力 30 以上)： 高圧ガス保安法 35 の 2 一般高圧ガス保安規則 83 ・定期自主検査(1 年に 1 回以上)		
立入検査	高圧ガス保安法 62	表 5 参照（なお、PSM は適用されない。）	

表 8-回収装置（回収装置（移動式設備）による自動車からの可燃性冷媒ガス回収・浄化・充填等）に係る法規制比較（概要　日ー独）

<table>
<tr><th rowspan="2">国名
規制内容等</th><th rowspan="2">日本</th><th colspan="2">ドイツ</th></tr>
<tr><th>法規制</th><th>工業界基準等</th></tr>
<tr><td>適用法規等</td><td>高圧ガス保安法
一般高圧ガス保安規則</td><td>・Arbeitsschutzgesetz
・BetrSichV
・TRG
・BGR
・ATEX Directive 94/9/EG
・Directive 1272/2008
・EC842/2006 付属書　EC307/2008</td><td>・FAT Nr136
・Practical guide“Coolant Agent in vehicle air conditioners” - Handbook of “the German Federation for Motor Trades and Repairs”and DGUV
・Guidelines for use and handling of HFO-1234yf -Honeywell
・WOW Würth Online World GmbH</td></tr>
<tr><td>許可手続等</td><td>高圧ガス保安法
5-1-1 許可(都道府県)　第一種製造者
処理能力(単位　Nm^3/日)　100 以上
5-2-1 届出(都道府県)　第二種製造者
処理能力(単位　Nm^3/日)　0～100 未満</td><td>・使用者は、ハザード評価を実施のうえ、使用開始前の点検を Notified Body 立会のうえ実施する
・充填量が 10kg/hr を超える場合許可が必要</td><td></td></tr>
<tr><td>可燃性ガスの定義</td><td>一般高圧ガス保安規則
2-1-1　可燃性ガス
可燃性ガス　アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼ ン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミ ン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、ブロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メ タン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであつて次のイ又はロに該当するもの
イ　爆発限界（空気と混合した場合の爆発</td><td>Directive 1272/2008
可燃性ガス(カテゴリー1)
分類の定義
<table><tr><th>ｶﾃｺﾞﾘｰ</th><th>定義</th></tr><tr><td>1</td><td>20℃大気圧下のガスで
(a)濃度が13%(容積分率)以下の空気との混合気が可燃性/引火性であるもの
または
(b)爆発(燃焼)下限界に関係なく空気との混合気の爆発範囲(燃焼範囲)が12%以上のもの</td></tr><tr><td>2</td><td>略</td></tr></table></td><td></td></tr>
</table>

国名 規制内容等	日本	ドイツ	
		法規制	工業界基準等
	限界をいう。以下同じ。）の下限が 10%以下のもの ロ　爆発限界の上限と下限の差が 20%以上のもの		
技術基準（ﾊｰﾄﾞ） （主要なもの） 製造施設の場所	高圧ガス保安法 8--1 12-1 一般高圧ガス保安規則 8-1-1(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 12-1-2(第二種(処理能力 30 未満)) 引火性又は発火性物のたい積した場所付近にないこと	BGR157 ・喫煙場所、裸火、静電気、電気設備からのスパーク等の着火源となりうるものを撤去する	Honeywell Guideline サービスエリア ・充填設備は、裸火又は高エネルギー着火域から離すことが好ましい
警戒標	8-1-2(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 12-1-2(第二種(処理能力 30 未満)) 製造作業中の警戒標掲示		
耐圧・気密性能強度(肉厚)	8-1-3(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 12-1-2(第二種(処理能力 30 未満)) 高圧ガス設備の耐圧・気密性能及び強度(肉厚)	TRG310 ・ガスシリンダーの使用材料は、機械的応力、熱応力、使用物質の化学特性に対して十分なものでなければならない ・ガスシリンダーは、使用圧力の 150%の耐圧性能を有しなければならない	回収設備メーカGuideline ・漏洩確認のために、充填前に自動のプレッシャーテストを実施しなければならない
消火設備	8-1-4(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 12-1-2(第二種(処理能力 30 未満)) 消火設備		BGR157 ・十分な数量とサイズの消火器を設置すること
滞留防止			DGUV Guideline ・床高さで1時間当たり1回以上の換気を実施 ・ピット内では1時間当たり3回以上の換気を実施 回収設備メーカGuideline ・装置の底部に、空気の密度よりも重いベーパーが滞留しないよう換気スロットを設置しなければならない

規制内容等 ＼ 国名	日本	ドイツ	
		法規制	工業界基準等
電気設備の防爆構造		表 6 参照	表 6 参照
技術基準（ｿﾌﾄ）（主要なもの） 保安距離等	高圧ガス保安法 8--2 12-2 一般高圧ガス保安規則 8-2-1 ｲ(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 保安距離 第一種保安物件(学校、病院等)－15m 以上 第二種保安物件(民家) －10m 以上 12-2-1(第二種(処理能力 30 未満)) 火気取扱場所、多数の人の集合する場所又は引火性・発火生物のたい積した場所から 5m 以内で容器への充填禁止		
静電気除去	8-2-1 ﾄ(第一種及び第二種(処理能力 30 以上)) 製造設備の静電気除去措置		
滞留防止			回収設備メーカGuideline ・漏洩が発生した場合、換気スロットで最低でも30秒間は換気し、その後回収/リサイクル装置を使用する Honeywell Guideline サービスエリア ・充填エリア、貯蔵エリア、その他漏洩の可能性がある場所では機械的換気が必要である。既存の局所換気が、充填エリア、貯蔵エリアに対して十分な能力があるかどうか検討することが好ましい。換気効率はLFL（下限可燃限界）の25%以上の混合気の生成を防止することが要求される。例えば、NFPA497(2008年版)による十分な換気として認められる1時間当たり6回の換気、

<table>
<tr><th rowspan="2">国名
規制内容等</th><th rowspan="2">日本</th><th colspan="2">ドイツ</th></tr>
<tr><th>法規制</th><th>工業界基準等</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>単位床面積当たり（1平方フィート）1CFMの風量の換気（単位床面積（平方メートル）当たり0.3m3/分）、またはLFLの25%以上の滞留混合気を形成させない他の同様の基準を達成する必要がある</td></tr>
<tr><td>日常点検
修理等</td><td>12-2-2(第二種(処理能力 30 未満))
日常点検
ガス設備の修理等</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>安全規程類の整備</td><td>第一種製造者：
高圧ガス保安法 26
・危害予防規程の制定及び都道府県知事への届出</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>保安教育</td><td>第一種製造者：
高圧ガス保安法 27-1･3
・保安教育計画の制定及び実行

第二種製造者：
高圧ガス保安法 27-4
・保安教育の実施</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>資格者選任</td><td>第一種製造者：
高圧ガス保安法 27 の 2-1･3･4、27 の 3
一般高圧ガス保安規則
64　保安統括者
66　保安係員
69　保安主任者
70　保安企画推進員

第二種製造者：
高圧ガス保安法 27 の 2-1･3･4
一般高圧ガス保安規則
64　保安統括者
66　保安係員</td><td>EC842/2006　付属書 EC307/2008
ChemKlimaschutzV
HFO-1234yf の取扱従事者は、トレーニングの受講及びテストに合格したことの証明を公的機関により得なければならない

取扱従事者の必要要件
<table>
<tr><th colspan="2">必要要件</th><th>ﾓｼﾞｭｰﾙﾀｲﾌﾟ</th></tr>
<tr><td colspan="2">1.特定フロン温室効果ガスを含む自動車エアーコンディショニングシステムの機能・構造、環境影響評価、関連法規</td><td></td></tr>
<tr><td>1.1</td><td>基礎知識</td><td>T</td></tr>
<tr><td>1.2</td><td>特定フロン温室効果ガスの性状に関する基礎知識</td><td>T</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
</table>

国名 規制内容等	日本	ドイツ	
		法規制	工業界基準等
		1.3 特定フロン温室効果ガス規制(Fガス規制)、カーエアコン指令に関する基礎知識 T 2.特定フロン温室効果ガスの回収 2.1 特定フロン温室効果ガスの回収方法に関する知識 T 2.2 冷媒シリンダーの取扱方法 P 2.3 回収リサイクル設備の車両への接続 P 2.4 回収設備の操作 P	
供用中検査 （第三者及び自主）	第一種製造者： 高圧ガス保安法 35 一般高圧ガス保安規則 79 ・保安検査(1 年に 1 回) 高圧ガス保安法 35 の 2 一般高圧ガス保安規則 83 ・定期自主検査(1 年に 1 回以上) 第二種製造者(処理能力 30 以上)： 高圧ガス保安法 35 の 2 一般高圧ガス保安規則 83 ・定期自主検査(1 年に 1 回以上)	BetrSichV Section14 ・外部点検は 2 年に 1 回 ・内部点検は 5 年に 1 回 ・強度試験（耐圧試験）は 10 年に 1 回 使用者が自主的に点検を行う。 ただし、上記は最低要求のため、点検頻度を増やす必要があるかどうかは、使用者の判断による。	
立入検査	高圧ガス保安法 62		

6　課題等整理

6.1　ガスの危険性（可燃性）区分

6.1.1　可燃性ガスの判定基準

　可燃性ガスの評価に関しては、米国及び欧州はほぼ同一であると言える。一方、日本（高圧ガス保安法）での判定基準は、米・欧とは若干異なっている。

　国際整合化の観点に立てば、米・欧と同様の判定基準（例えば、GHS に基づく分類 等）を採用していくことが、世界中に流通する高圧ガス（危険性物質）の安全な使用・輸送等に寄与していくものと考える。ただし、これは高圧ガス保安法のみの問題でなく、また、判定基準を変更することは単純な作業ではないため、問題点の整理及びその対応・解決策について、しっかりと検討を行った上で対処すべき、長期的な課題と考える。

6.1.2　HFO-1234yf の取扱い区分

　日本、米国及び欧州とも、現在のところ HFO-1234yf を可燃性ガスに区分している。

　米国では、ASHRAE において A2L（微燃性）の区分が設けられ、HFO-1234yf は同区分に分類されるガスとなっているが、現在のところ A2L の区分に応じた規制、基準がないため、上記のとおり可燃性ガスとしての規制を受けることとなっている。ただし、A2L の区分が設けられたことは、微燃性に応じた規制、基準整備への第一歩であり、規制、基準の合理化のための検討がはじまっている状況である。（将来的な方向性については現時点では不明）

　日本（高圧ガス保安法）では、現在、可燃性ガスの区分は一区分のみである。しかし、昭和 40 年当時（高圧ガス取締法施行規則）までは可燃性ガスは二区分（第一種・第二種）に分類され、可燃性の程度に応じた規制となっていた。現在も当時の考え方の名残があり、アンモニア及びブロムメチルについては、高圧ガス設備に係る電気設備の防爆構造の適用対象外となっている。（一般高圧ガス保安規則第 6 条第 1 項第 26 号及びコンビナート等保安規則第 5 条第 1 項第 48 号）

　可燃性ガスの判定基準そのものを変更することは簡単ではないが、可燃性ガスの程度に応じた技術基準とすることについては実例もあり、今後も活用していくことが望まれる。

6.2　自動車製造ラインにおける冷媒ガス充填作業（定置式設備）

　6.1 で述べたように、欧米ともに HFO-1234yf が他の可燃性ガスに適用される基準と同じ基準によっているため、自動車製造ラインにおける冷媒ガス充填作業（定置式設備）においても特に基準緩和措置は講じられていない。とはいうものの、個別に見てみると、日本では認められないものが、欧米では認められているといったものも見られた。例えば、電気設備の防爆性能については、日本ではまだ認められていないノンインセンディヴ防爆機器が、米国では認められている。日本で認められていない背景は確認できていないが、技術的に問題ないとの判断がなされるのであれば規制緩和の対象となり得るものと思われる。しかし、高圧ガス保安法においては、防爆性能については厚生労働省管轄の工場電気設備防爆指針などの技術指針により運用しているため、他の関係省庁等も含めた議論が必要になるものと思われる。

　また、保安距離等の規制に関しては、日、米、欧とも同じように規制が課せられているが、具体的な数値に関しては、当然のことながら一致していない。個々の数値の決定に係

る技術的根拠等については確認できなかったため、数値の大小（厳－緩）を比較することは意味がないことと考える。

いずれにせよ、規制緩和の議論をする際には、単純比較で欧米の方が基準が緩いというだけではなく、実証試験などの技術的な観点から見て規制緩和することが妥当であると判断されるべきであると考察する。

なお、当面は欧米でも基準が緩和される具体的な見込みはないようであるが、今後の動向については適宜確認していくことが必要になるものと思われる。高圧ガス保安法の各規則等の技術基準を改正すべきかについての議論がなされる際には、欧米の実状を把握しておくことが必要不可欠であろう。

6.3　フルオロカーボン回収装置による回収・充填等作業

日本では、米国のような回収装置の適合性認証及び取扱者の認証、ドイツのような取扱者の認証は要求されていないが、可燃性ガスの場合に適用される高圧ガスの製造のための許可・届出が必要になることから、取り扱いについての規制レベル（行政の関与の度合い）には大きな違いはないと言える。日本においても回収装置の認証制度が必要かどうかの議論はあるかもしれないが、現状、適合性認証の制度がないために何らかの問題が生じているとは聞き及んでいない。ただし、欧米の認証制度の枠組みは、温室効果ガスの排出規制の観点からの面が強いものと思われる。

なお、HFO-1234yf が ASHRAE で A2L（微燃性）として区分されていることを受けて、現状、不活性ガスのフルオロカーボンであって一定の要件を満足することを前提に高圧ガス保安法の適用除外となる規定を、HFO-1234yf にも適用したいとの議論が出てくる可能性があるが、その実現には、適用除外のための要件として、可燃性ガスに応じた技術的事項の追加が必要と考える。その際、上記のノンインセンディヴ防爆機器の採用や温室効果ガスの排出規制の観点に立った回収装置・取扱従事者の認証制度の必要性の是非の検討がなされるべきと考えるが、温室効果ガスの排出規制に関しては、高圧ガス保安法の規制事項として馴染まないため、どの様に担保すべきかは、他法令との連携が必要不可欠である。

6.4　サービス缶による冷媒補充作業

HFO-1234yf のサービス缶の使用については、現行の高圧ガス保安法の規制にて適用除外として取り扱うことが可能であり、規制状況としては、ドイツと同様の状況と言える。

一方、米国ではサービス缶による冷媒補充作業は禁止されているが、これは、一般消費者の DIY（Do It Yourself）作業による温室効果ガスの不必要な漏洩を防止するとの観点からのものである。

温室効果ガスの漏洩に関する環境面への配慮は、高圧ガス保安法の規制事項として馴染まないものと考える。従って、サービス缶の使用に関しては、現行の規制内容において取り扱うことで大きな問題はないと考える。（ただし、米国と同様に温室効果ガスの使用・リサイクル等に関して、日本国内全体の議論として規制が必要との方向性が示されるのであれば、高圧ガス保安法においても規制を行うべきである。）

なお、HFO-1234yf が可燃性ガスであること及び冷媒補充作業が行われる環境等（ガソリンスタンドや自動車修理工場等）を踏まえ、サービス缶への表示事項（高圧ガス保安法の適用除外とするための条件の一つである取扱い上の注意事項）について、現行規定の見直しの必要性等について検証・確認は行うべきである。

参考：カートリッジガスコンロに用いる燃料容器（いわゆるカセットボンベ）については、使用中の事故が多いことを踏まえ表示事項の見直しを行っている。（平成 23 年 7 月 15 日 告示第 167 号）